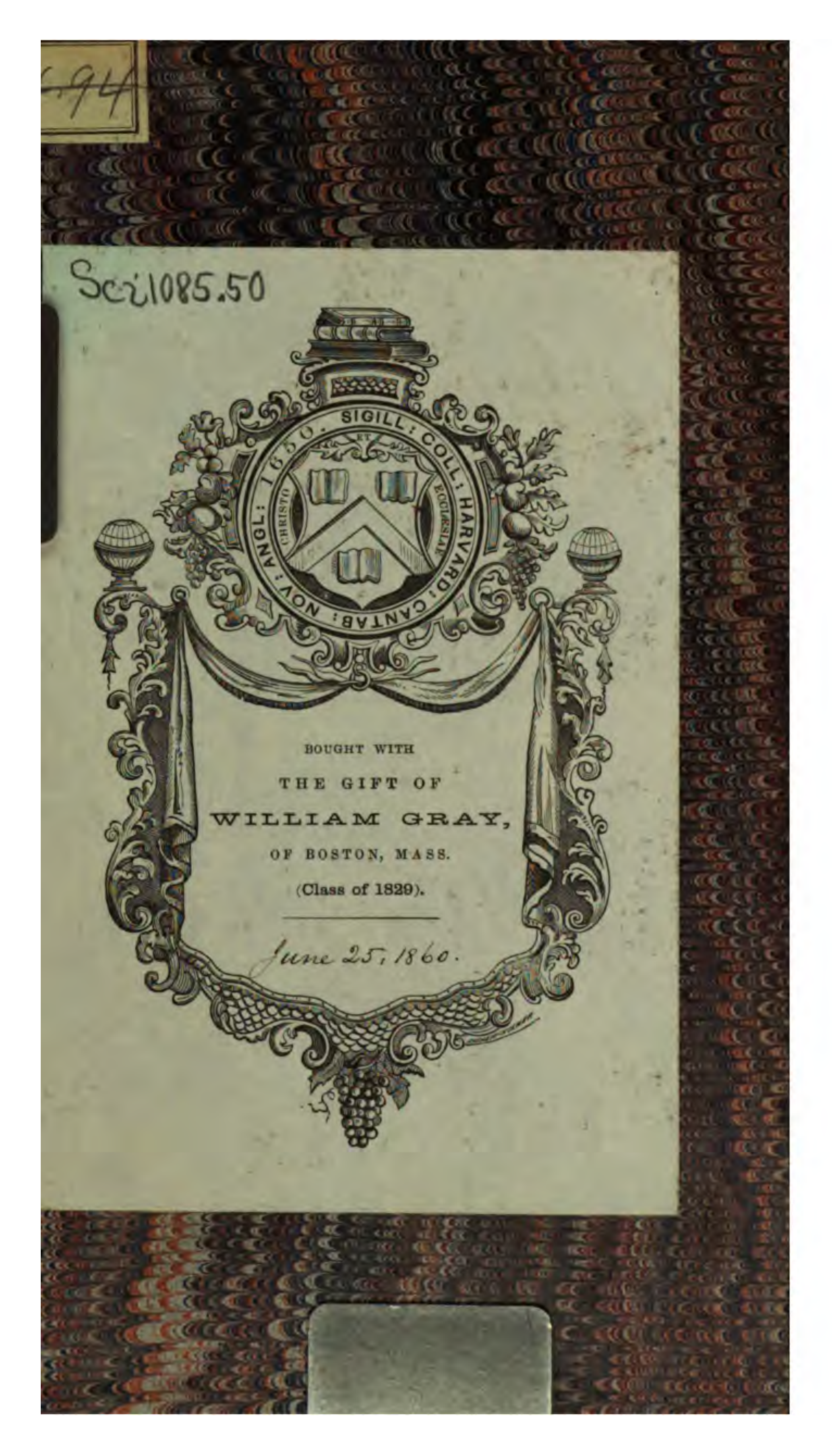
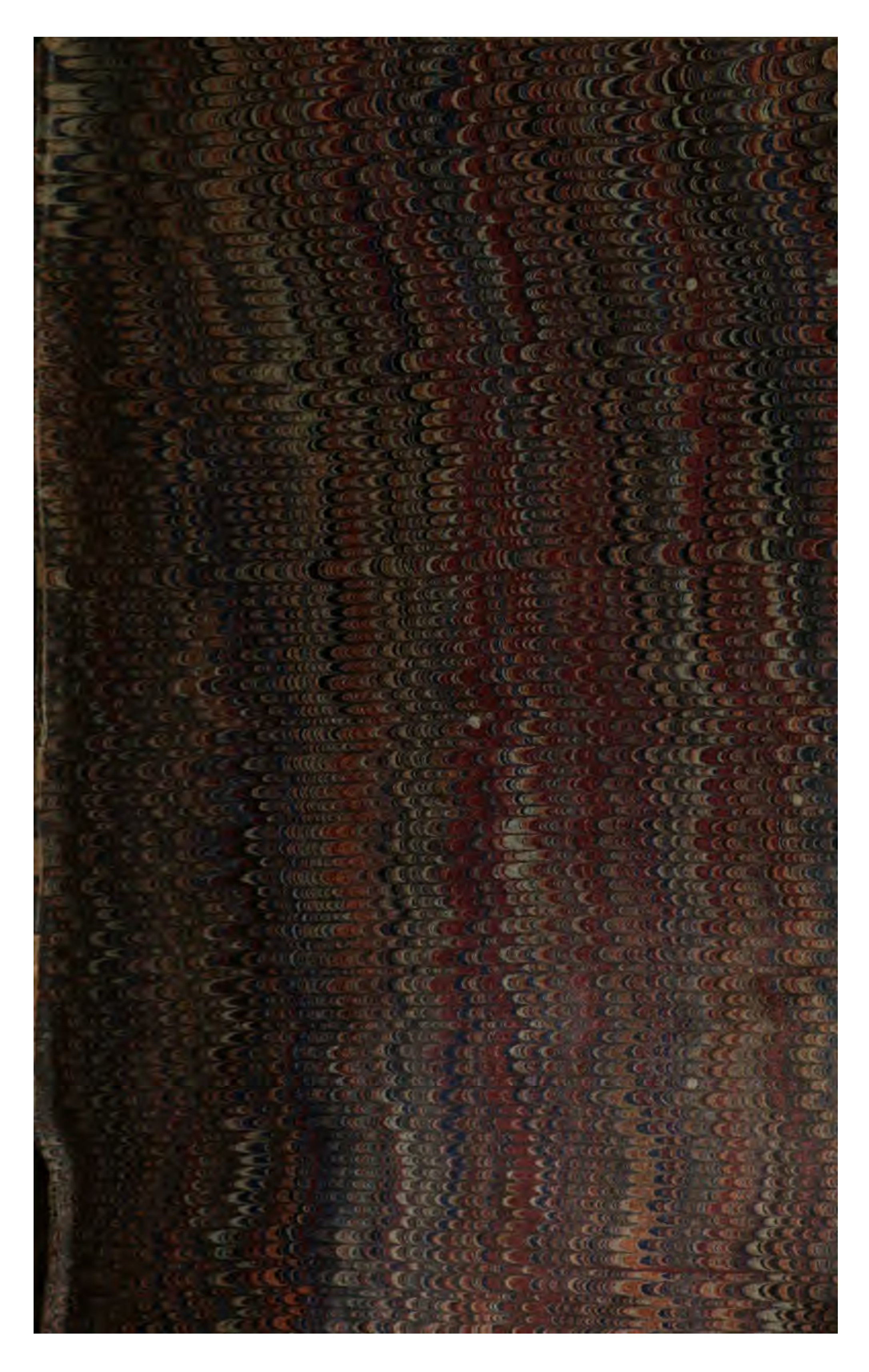






Die

Fortschritte der Physik

im Jahre 1846.

Dargestellt

von

der physikalischen Gesellschaft zu Berlin.

II. Jahrgang.

Redigirt von Prof. Dr. G. Karsten.



Berlin.

Druck und Verlag von G. Reimer.

1848.

Vorbericht.

Indem hiermit dem wissenschaftlichen Publikum der zweite Jahrgang des physikalischen Jahresberichtes, das Jahr 1846 betreffend, übergeben wird, sei es erlaubt, ihn mit einigen allgemeinen Bemerkungen zu begleiten.

Die Herausgeber können es sich selbst nicht verhehlen, dafs das Werk noch weit von dem Ziele entfernt ist, welches sie erstreben, aber sie hegen die Hoffnung, dafs ihre Collegen in der Wissenschaft sie mit der Schwierigkeit des Unternehmens entschuldigen werden.

Zwei Ursachen sind es vorzüglich, die unsern Jahresbericht nicht so vollständig erscheinen lassen, wie zu wünschen wäre. Die eine liegt in den Mitteln, über welche die physikalische Gesellschaft zu verfügen hat, die andre beruht auf der Organisation der physikalischen Literatur. Was den ersten Punkt betrifft, so hat unsre erst kurze Zeit bestehende Gesellschaft nicht sogleich über hinlängliche Kräfte zu verfügen, um alle Theile der Physik gleichmäfsig zu bearbeiten, und diesem Umstande ist es zuzuschreiben, dafs hier und da empfindliche Lücken geblieben sind, die wir erst mit der Zeit auszufüllen hoffen dürfen. So hat z. B. der praktische Theil bei einigen Capiteln, bei der Hydrostatik, Aërostatik, fortfallen, bei andern sehr abgekürzt werden müssen, weil die Bearbeitung derselben so wie eine gewifs sehr wünschens-

werthe mechanische Technologie zu viel Kräfte absorbirt haben würde, gesetzt auch die nöthigen Materialien hätten der Gesellschaft zu Gebote gestanden. Ebenso hat die physikalische Geographie noch keinen Vertreter finden können, vornehmlich aus dem Grunde, weil das Material, welches meist aus den verschiedenen Reisewerken geschöpft werden müfste, für jetzt von der Gesellschaft durchaus nicht beschafft werden kann. Der Bericht für den theoretischen Theil der Meteorologie, und für Erdmagnetismus fällt gleichfalls diesmal noch aus, da die resp. Herren Bearbeiter dieser Abschnitte für zweckmäfsiger erachten in ihren Berichten mehrere Jahre zusammenzufassen.

Was den zweiten Grund der Unvollständigkeit unseres Berichtes betrifft, von dem behauptet wurde, dafs er in der Organisation der physikalischen Literatur liege, so ist dies folgender. Die ungemeine Ausbreitung derselben macht es schon beinahe unmöglich die periodischen Zeitschriften kennen zu lernen, wozu noch die Unregelmäfsigkeit des Buchhändlervertriebes, namentlich aus fremden Ländern kommt, die eine sorgfältige und rechtzeitige Kenntnifsnahme der ausländischen Publikationen aufserordentlich erschwert. Ist dies schon schwierig, so wird es zu einer absoluten Unmöglichkeit die besonders gedruckten Werke und Broschüren kennen zu lernen, die man oft erst nach vielen Jahren und durch einen besonderen Glückszufall zu Gesicht bekommt. Hierdurch scheint uns die Bitte motivirt zu sein, die wir hiermit an alle Physiker ergehen lassen, denen darum zu thun ist zur Vervollständigung eines, wie wir hoffen, als nützlich anerkannten Unternehmens beizutragen. Möge Jeder der ein Werk oder eine Broschüre physikalischen Inhalts publicirt, und dem daran liegt das physikalische Publikum mit seiner Arbeit bekannt zu machen, solche Publikationen der physikalischen Gesellschaft zur Kenntnifsnahme zusenden. Ferner macht die physikalische Gesellschaft den gelehrten Körperschaften und den Herausgebern von Journalen physikalischen Inhalts den Vorschlag zum Tausch gegen ihren Jahresbericht. Endlich werden ungedruckte Mittheilungen physikalischen Inhalts, so wie Auszüge gröfserer Arbeiten, die uns von den Verfassern zugesendet werden, mit Dank angenommen, und bei der Herausgabe des Jahresberichts gewissenhaft be-

nutzt werden. Findet unsre Bitte Eingang, so können wir mit Sicherheit versprechen dafs unser Jahresbericht bald wirklich alle „Fortschritte der Physik" enthalten wird.

Bei den Citaten ist in diesem Jahrgange eine kleine Veränderung eingetreten, von der es sehr wünschenswerth erscheint, wenn sie allgemein eingeführt würde. Jedem Citate nämlich, von dessen Richtigkeit sich entweder der Berichterstatter selbst oder die Redaktion überzeugt hat, ist ein Sternchen beigefügt, z. B. Pogg. Ann. LXIX. 267*. Ferner ist die Einrichtung getroffen, dafs der Titel der Abhandlungen in der Sprache des Originals, wenn dieses bekannt ist, angegeben wird. Ist aber eine Abhandlung nur aus einer Uebertragung bekannt, so folgt auf den Titel in der Sprache der Uebersetzung, zuerst das Citat dieser und erst hierauf das Citat des Originales. Die Citate werden im Allgemeinen nach Band und Seite, nicht aber nach Monatsheften und Datum gemacht. Bei einigen Zeitschriften, die keine Bandzahl führen, wird nach Jahr und Seite, oder No. und Seite citirt.

Um die bei den Citaten vorkommenden Abkürzungen verständlich zu machen, folgt hier eine Liste derjenigen akademischen Abhandlungen, Monatsberichte, und Zeitschriften, welche der physikalischen Gesellschaft bekannt geworden sind, wenn auch zum Theil nur durch Citate.

Trotz der grofsen Zahl dieser Schriften, mag es noch mehrere geben, von denen wir bis jetzt noch keine Kenntnifs erhalten konnten.

I.

In Deutschland erscheinende Schriften.

1. Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin.
   Abh. d. Ak. d. Wiss. z. Berl. Jahr. Seite.
2. Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königl. Preufs. Akademie der Wissenschaften zu Berlin.
   Monatsb. d. Berl. Ak. Jahr. S.

3. Die Fortschritte der Physik im Jahre .... dargestellt von der physikalischen Gesellschaft zu Berlin.
   Berl. Ber. Jahr. S.
4. Abhandlungen der Königl. Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften.
   Abh. d. Böhm. Ges. Folge. Bd. S.
5. Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Classe der Königl. Bair. Akademie der Wissenschaften.
   Abh. d. Münch. Ak. Jahr. S.
6. Gelehrte Anzeigen herausgegeben von den Mitgliedern der Königl. Bairischen Akademie der Wissenschaften in München.
   Münch. gel. Anz. Bd. S.
7. Abhandlungen der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.
   Abh. d. Götting. Ak. Jahr. S.
8. Nachrichten von der Georg-Augusts-Universität und der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.
   Nachr. d. G. A. Univ. Jahr. No. S.
9. Göttingische gelehrte Anzeigen unter Aufsicht der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften.
   Götting. gel. Anz. Jahr. Bd. S.
10. Göttinger Studien.
    Götting. Stud. Bd. S.
11. Abhandlungen der JABLONOWSKY'schen Gesellschaft bei Begründung der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften.
    Abh. b. Begr. d. Königl. Sächs. Ges. d. Wiss. Jahr. S.
12. Abhandlungen der Leipziger Akademie.
    Abh. d. Sächs. Ges. d. Wiss. Jahr. S.
13. Berichte der Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig.
    Ber. d. Sächs. Ak. Jahr. S.
14. Berichte über die Mittheilungen von Freunden der Naturwissenschaften in Wien, gesammelt und herausgegeben von W. HAIDINGER.
    Ber. d. Fr. d. N. W. i. W. Jahr. No. S.
15. Naturwissenschaftliche Abhandlungen gesammelt und herausgegeben von W. HAIDINGER.
    HAIDING. Abh. Bd. S.
16. Annalen der Physik und Chemie herausgeg. von J. C. POGGENDORFF.
    POGG. Ann. Bd. S.
17. Journal für praktische Chemie herausgegeben von O. L. ERDMANN und R. F. MARCHAND.
    ERDM. u. MARCH. Bd. S.

18. Journal für die reine und angewandte Mathematik herausgegeben von A. L. Crelle.
Crelle J. Bd. S.

19. Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde herausgegeben von Froriep und Schleiden.
Fror. Not. Bd. S.

20. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleifses in Preufsen.
Verh. d. Gew. Ver. i. Pr. Jahr. S.

21. Polytechnisches Journal herausgegeben von J. G. Dingler und E. M. Dingler.
Dingl. p. J. Bd. S.

22. Polytechnisches Notizblatt für Gewerbtreibende Fabrikanten und Künstler herausgegeben von R. Böttger.
Pol. Notizbl. Bd. No. S.

23. Encyklopädische Zeitschrift des Gewerbewesens herausgegeben vom Vereine zur Ermunterung des Gewerbegeistes in Böhmen.
Enc. Zeitschr. d. Gew. wes. Jahr. S.

24. Notizblatt des Gewerbe-Vereins für das Königreich Hannover.
Notzbl. d. Han. Gew. Ver. Jahr. S.

25. Gewerbeblatt für Hanover.
Gew. Bl. f. Han. Jahr. S.

26. Berliner Gewerbe- Industrie- und Handelsblatt herausgegeben von A. F. Neukrantz.
Berl. Gew. Bl. Bd. S.

27. Gewerbeblatt für Sachsen.
Gew. Bl. f. Sachs. Jahr. S.

28. Bairisches Kunst- und Gewerbeblatt.
Bair. K. u. Gew. Bl. Jahr. S.

29. Deutsche Gewerbezeitung.
Deut. Gew. Z. Bd. S.

30. Astronomische Nachrichten herausgegeben von Schumacher.
Schumacher astr. Nachr. Bd. S.

31. Verhandlungen des Gewerbevereins für das Grofsherzogthum Hessen.
Verh. d. Hess. Gew. Ver. Jahr. S.

32. Annalen der Chemie und Pharmacie herausgegeben von F. Wöhler und J. Liebig.
Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. S.

II.

In der Schweiz erscheinende Schriften.

1. **Mémoires de la société de physique et d'histoire naturelle de Genève.**
   Mém. d. l. soc. d. ph. d. Genève. Vol. p.
2. **Bulletins de la société Vaudrise des sciences naturelles.**
   Bull. d. l. soc. Vaud. Vol. p.
3. **Mémoires de la société des sciences naturelles de Neuchatel.**
   Mém. d. l. soc. d. Neuch. Vol. p.
4. **Archives dcs sciences physiques et naturelles par DE LA RIVE, MARIGNAC et PICTET.**
   Arch. d. sc. ph. et nat. Vol. p.
5. **Abhandlungen der Zürcher naturforschenden Gesellschaft.**
   Zürch. Abh. Jahr. S.
6. **Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern.**
   Mitth. d. Berner Ges. Jahr. S.
7. **Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft.**
   Verh. d. schweiz. nat. Ges. Jahr. S.
8. **Neue Denkschriften der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften.**
   Neue Denkschr. d. schweiz. Ges. Bd. S.

III.

In Dänemark, Schweden und Norwegen erscheinende Schriften.

1. **Kongel. Vetenskaps Academiens Handlingar.**
   Kong. Vet. Ac. Handl. År. S.
2. **Öfversigt of vetenskaps Academiens förhandlingar.**
   Öfv. af vet. ac. förh. Vol. p.
3. **Nyt magazin for Naturvidenskaberne. Udgives af den physiographiske Forening in Christiania.**
   Nyt. mag. f. naturv. Bd. S.
4. **Nova acta regiae societatis Upsaliensis.**
   Nov. act. soc. Ups. Vol. fasc. p.
5. **Det kongelige danske videnskabenes selskabs naturvidenskabelige og mathematiske afhandlinger.**
   Dansk. vid. sels. afh. Vol. p.

IV.

In Grofsbritannien erscheinende Schriften.

1. Philosophical Transactions of the royal society of London.
   Phil. Trans. f. year. p.
2. Proceedings of the royal society of London.
   Proc. of the roy. soc. year. p.
3. The Transactions of the royal Irisch academy.
   Trans. of the Ir. ac. Vol. pt. p.
4. Proceedings of the royal Irish academy.
   Proc. of the Ir. ac. Vol. pt. p.
5. Transactions of the royal society of Edinburgh.
   Edinb. Trans. Vol. p.
6. Transactions of the Cambridge philosophical society.
   Cambr. Trans. Vol. p.
7. Transactions of the Manchester philosophical society.
   Manch. Trans. Vol. p.
8. Proceedings of the Glasgow philosophical society.
   Proc. of the Glasgow phil. soc. year. p.
9. Proceedings of the . . . . meeting of the British Association.
   Rep. of the brit. ass. Vol. p.
10. The London Edinburgh and Dublin philosophical magazine and journal of science, conducted by Brewster Taylor Phillips, Kane.
    Phil. mag. Vol. p.
11. The Edinburgh new philosophical journal cond. by R. Jameson.
    Edinb. J. Vol. p.
12. The mechanic's magazine, museum, register, journal and gazette edit. by J. C. Robertson.
    Mech. mag. Vol. p.
13. The London journal of arts sciences and manufactures cond. by W. Newton.
    Lond. J. Vol. p.
14. Annals and magazine of natural history.
    Ann. and mag. of nat. hist. Vol. p.
15. Chemical gazette.
    Chem. gaz. year. p.
16. Electrical magazine.
    Elect. mag. Vol. p.

17. The Athenaeum, journal of english and foreign literature, science and the fine arts.
    Athen. year. No. p.
18. The north brittish review.
    North Brit. rev. Vol. p.
19. Scientific memoirs cond. by Taylor.
    Tayl. scient. mem. Vol. p.
20. Pharmaceutical gazette.
    Pharm. gaz. year No. p.

V.
In Amerika erscheinende Schriften.

1. The american journal of science and arts cond. by Silliman, B. Silliman and Dana.
   Sillim. J. year. Vol. p.
2. Proceedings of the American philosophical society.
   Proc. of the Americ. ph. soc. Vol. p.
3. Memoirs of the American Academy of arts and sciences.
   Mem. of the americ. Ac. Vol. p.
4. Transactions of the American philosophical society held at Philadelphia.
   Trans. of the Amer. phil. soc. Vol. p.

VI.
In Holland erscheinende Schriften.

1. Natuurkundige Verhandelingen van de Hollandsche Maatschappij der wetenschappen te Haarlem.
   Nat. verh. v. d. Holl. Maatsch. Deel. S.
2. Nieuwe Verhandelingen van het Kon. Nederlandsche Institut van wetenschappen.
   N. Verh. v. h. Kon. Ned. Inst. Deel. S.
3. Het Instituut of Verslagen en Mededeelingen.
   Het Instituut. Jare. S.

VII.
In Belgien erscheinende Schriften.

1. Mémoires prés. à l'ac. roy. de Bruxelles.
   Mém. d. Brux. an. Vol. p.

2. Mémoires cour. et Mém. de sav. étr. publ. par l'Academie royale Belgique.
   Mém. cour. d. l'Ac. Belg. Vol. p.
3. Bulletin de l'académie royale des sciences et belles lettres de Bruxelles.
   Bull. d. Brux. Vol. part. p.
4. Mémoires de la société royale des sciences de Liège.
   Mém. d. l. soc. d. sc. de Liège. Vol. p.

VIII.

In Frankreich erscheinende Schriften.

1. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences publ. par MM. les secr. perp.
   C. R. vol. p.
2. L'Institut, journal universel des sciences et des sociétés savantes en France et à l'étranger. 1ère sect.
   Inst. No. p.
3. Mémoires de l'Acadèmie des sciences à Paris.
   Mém. d. l'Ac. d. sc. à Par. an. p.
4. Mémoires des savants étr. présentés à l'acad. d. sc. à Paris.
   Mém. d. sav. étr. an. p.
5. Mémoires de la société royale de Nancy.
   Mém. d. l. soc. de Nancy an. p.
6. Mémoires de la société royale des sciences de Lille.
   Mém. d. l. *soc. roy. de Lille an. p.*
7. Recueil de la sociètè polytechnique.
   Rec. d. l. soc. pol. Vol. p.
8. Annales de chimie et de physique par MM. Gay-Lussac, Arago, Chevreul, Dumas, Pelouze, Boussingault et Regnault.
   Ann. d. ch. et d. ph. Vol. p.
9. Revue scientifique et industrielle sous la direction du docteur Quesneville.
   Quesn. rev. sc. Vol. p.
10. Journal des savants.
    Journ. d. sav. an. p.
11. Le Technologiste.
    Techn. an. p.
12. Bulletin de la société d'encouragement pour l'industrie nationale.
    Bull. d. l. soc. d'enc. an. p.

13. Le Moniteur industriel.
Mon. ind. an. p.

14. Journal de pharmacie et de chimie.
Journ. d. pharm. an. p.

15. Mémoires de la société philomatique à Paris.
Mém. d. l. soc. philom. an. p.

IX.
In Italien erscheinende Schriften.

1. Novi commentarii academiae scientiarum instituti Bononiensis.
N. com. Bonon. Vol. p.

2. Nuovi Annali delle scienze naturali di Bologna.
Ann. di Bologna.

3. Giornale dell' I. R. Istituto Lombardo di scienze lettere ed arti; e biblioteca Italiana.
Giorn. d. ist. Lomb. T. p.

4. Annali delle scienze del regno Lombardo-Veneto.
Ann. d. regno Lomb. Ven. an. p.

5. Memorie del Istituto Lombardo di scienze.
Mem. d. ist. Lomb. Vol. p.

6. Memorie dell' Imp. Regio Istituto Veneto di scienze lettere ed arti.
Mem. d. ist. Ven. Vol. p.

7. Giornale di fisiche chimice etc. di Milano.
Giorn. d. fis. chim. di Milano. Vol. p.

8. Raccolta fisico-chimica italiana . . del prof. F. Zantedeschi.
Racc. fis.-chim. Vol. p.

9. Il Cimento.
Cimento. Vol. p.

10. Giornale Arcadico di scienze lettere ed arti.
Giorn. Arc. Vol. p.

11. Rendiconto delle adunanze e de' lavori dell' academia delle scienze di Napoli.
Rendic. di Nap. an p.

12. Atti del Academia Givenia di scienze naturali di Catania.
Att. d. Ac. di Cat. Vol. p.

13. Giornale di fisiche mediche etc. di Firenze.
Giorn. d. fis. med. di Fir. Vol. p.

14. Memorie della società italiana delle scienze residente in Modena (parte matematica).
Mem. d. soc. Ital. in Modena. Vol. p.

15. Indicatore economico di Modena.
Ind. econ. d. Modena. Vol. p.

16. Mémoires de la société royale de Savoie.
Mém. d. l. soc. roy. de Savoie. Sér. Vol. p.

X.

In Rufsland erscheinende Schriften.

1. Bulletin de la classe physico-mathématique de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg.
Bull. d. St. Pét. Vol. p.

2. Mémoires prés. à l'ac. imp. d. sc. de St. Pétersbourg.
Mém. d. l'ac. de St. Pét. an. p.

In dem Vorbericht dieses Buches wird nach dem Beschlufs der phys. Gesellschaft von jetzt an stets eine kurze Geschichte derselben enthalten sein, welche einen Nachweis der Mitglieder und somit der Kräfte giebt, auf welche die Gesellschaft bei der Herausgabe des Jahresberichtes rechnen kann, und worin ferner die eignen Arbeiten der Gesellschaftsmitglieder aufgeführt werden, um von der Thätigkeit der Gesellschaft Rechenschaft abzulegen.

Die im Jahresbericht für 1845 Vorbericht p. VII und VIII angeführte Zahl der Mitglieder hat im Laufe des Jahres 1846 durch Abgang und Hinzutritt einige Aenderungen erfahren, so dafs am Ende 1846 der Bestand der Mitglieder folgender war:

Herr d'Arrest.
— Becker.
— Dr. W. Beetz.
— Mech. Bötticher.
— Böhm.
— Dr. du Bois-Reymond.
— Brauns.
— Dr. Brücke.
— Dr. Brunner in Bern.
— Mech. Duve.
— Dr. Eisenstein.
— Dr. Ewald.

Herr Dr. v. Erlach in Genf.
— Dr. v. Feilitzsch in Bonn.
— Mech. Halske.
— Dr. Heintz.
— Dr. Helmholtz.
— d'Heureuse.
— Jungk.
— Dr. G. Karsten.
— Kerndt.
— Dr. Kiriewsky in Petersburg.
— Dr. Kirchhoff in Königsberg.
— Dr. Knoblauch.
— Dr. Krönig.
— Dr. Langberg in Christiania.
— Mech. Leonhardt.
— Dr. Mahlmann.
— Mech. Martins.
— Lieut. v. Morczuwicz.
— Mech. Pistor.
— Med. R. Dr. Quincke.
— v. Pochhammer.
— Poselger.
— Dr. Radicke in Bonn.
— Rohrbeck.
— Lieutn. Siemens.
— Dr. Soltmann.
— Dr. Spörer in Bromberg.
— Dr. Traube.
— Traube II.
— Dr. Wächter.
— Wiedemann.
— Wilhelmy in Giessen.

Die eignen Arbeiten der Mitglieder der physikalischen Gesellschaft aus den Jahren 1845 und 1846, sind mit Nachweis der Tage an welchen sie mitgetheilt wurden und der Schriften in denen sie abgedruckt sind, folgende:

1845.

E. Brücke. Untersuchungen über die Undurchgängigkeit der optischen Medien des Auges für Wärme und chemische Strahlen. Müller's Arch. 1845. p. 262. Pogg. Ann. LXV. 593; Berl. Ber. I. 224; Quesn. rev. sc. XXVII. 83. Epoque No. 309. (10. août. 1846.)

W. Siemens. Regulationsvorrichtung an Dampfmaschinen. Quesn. rev. sc. XXVII. 81. Epoque No. 309. (10. août 1846.)

7. März. E. du Bois-Reymond. Methode zur Messung der Geschwindigkeit der Muskel- und Nerventhätigkeit. Quesn. rev. sc. XXVII. 82. Epoque No. 309.

J. Ewald. Uebersicht der Arbeiten über die Bewegung der Gletscher. Ungedruckt.

E. du Bois-Reymond. Ueber unipolare Induktionszuckungen, welche an einem Ende eines offenen Induktionskreises entstehen, wenn dieses oder das andere Ende mit der Erde in Verbindung steht. Berl. Ber. I. 538; Quesn. rev. sc. XXVII. 83; Ep. 309. Untersuchungen über thierische Elektricität. Berlin 1848. Bei G. Reimer. 8°. B. I. S. 423.

E. Brücke. Ueber die physiologische Bedeutung der stabförmigen Körper im optischen Apparate des Auges. Müllers Arch. 1844. — Berl. Ber. I. 610.

W. Heintz. Experimentelle Berichtigung eines von Leeson begangenen Irrthums in Bezug auf die circulare Polarisation durch Zuckerlösungen. Quesn. rev. sc. XXVII. 83. Epoque 309.

G. Spörer. Ueber die physikalischen Grundlagen der astrologischen Deutungen. Ungedruckt.

H. Knoblauch. Untersuchungen über die Veränderungen, welche die strahlende Wärme bei der diffusen Reflexion erleidet. Arch. d. sc. phys. et nat. V. 273. Epoque No. 309. Monatsb. d. Berl. Ak. 1845. p. 170. Pogg. Ann. LXV. 581; LXXI. 1. Berl. Ber. I. 366; Inst. No. 629. p. 21. Quesn. rev. sc. XXVII. 83. De calore radiante disquisitiones experimentis quibusdam novis illustratae. 1846. 4°. p. 54.

8. August. E. du Bois-Reymond. Beweis, daſs alle Erscheinungen der Nervenerregung durch den elektrischen Strom sich aus dem Gesetze ableiten lassen, daſs die Gröſse der Erregung in jedem Augenblicke der zeitigen Steilheit der Dichtigkeitscurve des Stromes im Nerven proportional ist.

Berl. Ber. I. 504. Quesn. rev. sc. XXVII. 85. Untersuchungen über thierische Elektricität u. s. w. Bd. I. S. 258. Epoque 309.

25. Juli. W. Beetz. Untersuchungen über die Passivität des Eisens, nebst historisch theoretischen Bemerkungen über diesen Gegenstand. Pogg. Ann. LXVII. 186. Berl. Ber. I. 459; Quesn. rev. sc. XXVII. 85. und 87. Epoque 309.

G. Karsten. Sonnenspektra und Mondbilder auf Papier und Daguerre'schen Platten; Bericht von Versuchen über die chemisehe Wirkung der Sonnenstrahlen. Quesn. rev. sc. XXVII. 91. Epoque No. 320. (22. août 1846.)

W. Siemens. Verfahren zur Messung der Geschwindigkeit von Projectilen mittelst des reibungselektrischen Funkens. Pogg. Ann. LXVI. 435; Berl. Ber. I. 65. und 611; Quesn. rev. sc. XXVII. 86; Epoque No. 308. (9. août 1846), No. 309.

31. Oktob. E. du Bois-Reymond. Zergliederung der Erscheinungen der Muskelcontraction, nebst Einwendungen gegen die Schlüsse, welche Schwann aus seinem Gesetze der Abnahme der Kräfte bei der Contraction gezogen hat, und Beweis, dafs sich dasselbe einfach aus der Thatsache ableiten läfst, dafs sich der Muskel bei der Zusammenziehung selbst zusammendrückt. Quesn. rev. sc. XXVII. 89.

d'Arrest. Uebereinstimmung der magnetischen Beobachtungen in Toronto mit der Gauss'schen Theorie. Ungedruckt.

W. Beetz. Untersuchungen über das Ozon. Ungedruckt.

E. Brücke. Uber den Bau und Nutzen des Tapetums in den leuchtenden Augen gewisser Thiere. Müller's Arch. 1845. p. 388. Quesn. rev. sc. XXVII. 85. Epoque No. 309.

G. Karsten. Ueber die physikalischen Eigenschaften der Lösungen des reinen Kochsalzes in Wasser. Berlin bei G. Reimer. 1846. 8°. Karsten's Archiv XX. 1; Berl. Ber. I. 43; Quesn. rev. sc. XXVII. 92. Epoque No. 320.

J. Ewald. Ueber den Zusammenhang der optischen und Cohäsionseigenschaften krystallisirter Körper. Ungedruckt.

A. Martins. Beschreibung eines Fühlhebels zur Prüfung planparalleler Gläser. Verhandl. des Gew.-Ver. in Preufsen. 1845. p. 97; Berl. Ber. I. 301; Quesn. rev. sc. XXVII. 87. Epoque No. 313. (14 août 1846).

W. Siemens. Galvanisch präcipitirtes Nickel, sein eigenthümlicher Cohäsionszustand und galvanische Trennung desselben vom Kobalt. Quesn. rev. sc. XXVII. 91. Epoque No. 320.

Chr. Langberg. Ueber die Leitungsfähigkeit der Metalle für die Wärme. Pogg. Ann. LXVI. 1; Monatsb. der Berl. Ak. 1845 p. 268; Berl. Ber. I. 355; Quesn. rev. sc. XXVII. 93. Epoque 320.

d'Arrest. Zusammenstellung der verschiedenen Methoden zur Erreichung des Isochronismus an Pendeln. Ungedruckt.

1846.

6. Febr. G. Karsten. Uebersicht der Untersuchungen über die Elasticität des Wasserdampfes, und Hülfstafeln für Psychrometerbeobachtungen. Karsten's Arch. XXI. 49; Berl. Ber. II. 116; Quesn. rev. sc. XXVII. 95; Epoque No. 320.

20. Febr. Leonhardt. Ueber sein neues System der elektrischen Telegraphie.

20. März. Eisenstein. Ueber die Auffindung bestimmter Integrale bei physikalischen Problemen. Ungedruckt.

17. April. W. Siemens. Ueber variable Expansion bei Dampfmaschinen, und ein neues Drosselventil.

17. April. J. Ewald. Theoretische Berichtigung der Ansicht von Soleil: dafs die plaque double als Mefsvorrichtung dienen könne. Berl. Ber. I. 199.

1. Mai. Eisenstein. Analytische Lösung des optischen Problems über den Weg der Lichtstrahlen im Auge. Ungedruckt.

1. Mai. Wilhelmy. Ueber die Wärme als Maafs der Cohäsion. Heidelberg. 1846. 8; Berl. Ber. II.

15. Mai. Bötticher und Halske. Beschreibung und Vorzeigung eines Goniometers mit parallelen Strahlen. Ungedruckt.

29. Mai. E. Brücke. Ueber den Crampton'schen Muskel im Vogelauge und dessen Wirkung bei der Akkommodation, nebst Beschreibung eines neu entdeckten Muskels im Augapfel des Menschen und einiger Wirbelthiere, welcher die Choroidea um den Glaskörper anspannt. Müller's Archiv 1846. Berl. Ber. II.

26. Juni. C. Brunner. Ueber die Veränderungen, welche die Wärme in der Cohäsion der Flüssigkeiten hervorbringt. Berolini 1846. 4.; Pogg. Ann. LXX. 481; Monatsb. der Berl. Ak. 1846. p. 181; Inst. No. 688. p. 85; Arch. d. sc. ph. et nat. IV. 121; Berl. Ber. II. 13.

10. Juli. E. Brücke. Ueber den Grund der Undeutlichkeit der Gesichtswahrnehmungen des indirekten Sehens. Ungedruckt.

7. August. H. Knoblauch. Ueber die Beugung der Wärmestrahlen. Monatsb. d. Berl. Ak. 1847. p. 391. Berl. Ber. II. 311.

30. Oktob. E. Brücke. Fortgesetzte Versuche über das Verhalten der optischen Medien des Auges gegen Wärme und chemische Strahlen. Müller's Arch. 1846. .... Berl. Ber. II.

30. Oktob. Eisenstein. Ueber eine neue Form, welche man dem Grundprincip der Mechanik geben kann. Ungedruckt.

27. Nov. H. Knoblauch. Beobachtungen, durch welche nachgewiesen wird, dafs die Fähigkeit der Wärme diathermane Körper zu durchstrahlen, unabhängig von ihrer Temperatur ist. Monatsb. der Berl. Akad. 1846. p. 355. Pogg. Ann. LXX. p. 210. Berl. Ber. II, 281. Arch. des sc. phys. et nat.

IV. 394. Institut. No. 706. p. 227. De calore radiante disquis. cet. p. 6.

11. Dez. E. du Bois-Reymond. Kritik von E. Becquerel's mathematischer Theorie der Nobili'schen Ringe. Pogg. Ann. LXXI. 71. Berl. Ber. II.

11. Dez. W. Beetz. Vorzeigung Nobili'scher Ringe, an denen die Durchmesser, der Rechnung von E. du Bois-Reymond gemäfs, sehr nahe das Gesetz der Würfel befolgen. Ibidem.

11. Dez. H. Knoblauch. Ueber das gleiche Verhalten der von verschiedenen Körpern ausgestrahlten Wärme, und über den Zusammenhang der Mannigfaltigkeit der von einem Körper ausgesandten Wärmestrahlen mit seiner Temperatur. Monatsb. der Berl. Akad. 1846. p. 359. 363. Pogg. Ann. LXX. p. 352. LXXI. p. 58. Berl. Ber. II, 297, 307. Arch. des sc. ph. et nat. V. 48. 275. Inst. No. 706. p. 228. De calore radiante disquis. cet. p. 40, 94.

Kiel den 20. Febr. 1848.

Prof. Dr. G. Karsten.

Inhalt.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Physik.

Zweiter Abschnitt.

Akustik.

Dritter Abschnitt.

Optik.

Vierter Abschnitt.

Wärmelehre.

Fünfter Abschnitt.

Elektricitätslehre.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Physik.



1. Atomtheorie.

SCHRÖDER. Ueber den Einfluſs der Elemente auf die Siedhitze. Pogg. Ann. LXVII. 45. *

LÖWIG. Ueber den Zusammenhang zwischen den Atomgewichten und den specifischen Gewichten der flüssigen organischen Verbindungen, nebst Kritik der KOPP'schen Werthe, die specifischen Gewichte vorauszubestimmen, etc. Pogg. Ann. LXVIII. 51. *

KOPP. Bemerkungen zu LÖWIG's Volumtheorie. Pogg. Ann. LXIX. 506. *

L. PLAYFAIR and J. P. JOULE. On atomic volume and specific gravity. Phil. mag. XXVII. 453 *; Inst. No. 641 p. 129 *; (Jahresbericht 1845 pag. 13.)

MARIGNAC. Observations on Messrs. LYON PLAYFAIR and JOULE's memoir on atomic volume and specific gravity. Phil. mag, XXVIII. 527 *; Arch. d. sc. ph. et nat. Vol. I. p. 23. *

MARIGNAC. Sur les relations qui existent entre les propriétés physiques et la composition chimique des corps composés. Arch. d. sc. ph. et nat. Vol. I. p. 5 et 137. *

AVOGADRO. Mémoire sur les volumes atomiques des corps composés. Arch. d. sc. ph. et nat. Vol. I. p. 268 *; Sillim. J. year 1846 prt. I. pag. 114. *

A. LAURENT. Sur l'isoméromorphisme. C. R. XXIII. 811 *; Inst. No. 669 p. 358 *; Quesnev. rev. sc. XXVII. 266. *

ÖRSTED. Veränderung des Quecksilbers in luftdicht verschlossenen Gefäſsen. Dingl. p. J. CIII. 78*; chem. gaz. Oct. 1846 No. 96.

Es ist im Jahresbericht für 1845 von den Verdiensten die Rede gewesen, welche sich Herr H. SCHRÖDER erworben hat, den Zusammenhang zwischen der chemischen Constitution organischer Verbindungen und ihrem Siedpunkte an einer groſsen Anzahl von Beispielen zu ermitteln. Der Verfasser hat seine Arbeiten

in dieser Beziehung fortgesetzt, und theilt die Resultate derselben in einer Abhandlung: *Ueber den Einflufs der Elemente auf die Siedhitze* in Pogg. Ann. LXVII. p. 45—77 mit.

Die Siedpunktsdifferenzen, welche früher für gewisse Compositionsunterschiede aufgestellt wurden, sind zwar zum Theil bestätigt worden, indefs haben sich auch oftmals Unterschiede gezeigt, welche zuweilen sehr bedeutende Abweichungen der auf frühere Bestimmungen gegründeten Rechnung von der Beobachtung herbeigeführt haben. — So sollte z. B. der Siedpunkt des Oxalsäurehydrats ($C_4\,H_4\,O_8$), nach der Berechnung, 101° sein. Er ist aber in der That: 216°. Mithin beträgt der Fehler 115°. Oder, um unter den vielen von Herrn Schröder aufgestellten Fällen nur noch einen hervorzuheben, der Siedpunkt des Wassers ($H_4\,O_2$) sollte, der Rechnung gemäfs, — 49° sein. Die Beobachtung ergiebt aber bekanntlich 100° C. Hier beläuft sich der Unterschied auf 149°.

Es fragte sich, wie diese Verschiedenheiten der berechneten und beobachteten Siedpunkte in Uebereinstimmung mit den bisherigen Ansichten in dieser Beziehung zu erklären seien.

Wie wir wissen, ist der Verfasser durch die Beobachtung, dafs gewisse organische Verbindungen, welche um ein und dasselbe Element oder um eine und dieselbe zusammengesetzte Componente von einander unterschieden sind, auch eine constante Differenz ihrer Siedpunkte zeigen, dahin geführt worden, jedem Element oder jeder Componente einer organischen Verbindung einen bestimmten Einflufs auf die Siedhitze derselben zuzuschreiben, welcher sich als eine constante Erhöhung oder Erniedrigung der Siedhitze darstellt, und der Componente als eine charakteristische Eigenschaft angehört.

Wenn diese Voraussetzung richtig ist, so mufs man im Stande sein, den Siedpunkt jeder organischen Flüssigkeit, welche in ihre Componenten zerlegt ist, zu berechnen (vergl. Jahresbericht von 1845 p. 8). Dies ist vom Verfasser geschehen, und die grofse Uebereinstimmung, welche sich in vielen Fällen mit der Beobachtung ergeben hat, hat ihn bewogen, die von ihm berechneten Siedpunkte als die „Normalsiedpunkte" der organischen Flüssigkeiten zu betrachten. — Zeigt sich nun, wie in den vorgedach-

ten Fällen, dafs diese berechneten Normalsiedpunkte oftmals, ja selbst um mehr als 100°, von den beobachteten abweichen und ist man, wie der Verfasser, sicher, sich nicht über die Wahl der Componenten getäuscht zu haben, so bleibt von dem Standpunkt der angeregten Hypothese nur die Annahme übrig, dafs eine und dieselbe Componente, bei gleicher atomistischer Zusammensetzung, in der einen oder andern Verbindung in so verschiedenen isomeren Zuständen vorkommen könne, dafs sie ungleiche Einflüsse auf die Siedhitze ausübt. Dies ist die Ansicht, welche der Verfasser zur Erklärung der gedachten bedeutenden Unterschiede aufstellt.

Die Schröder'sche Betrachtungsweise hat vielfache Angriffe erfahren. Der zweite Theil der genannten Abhandlung beschäftigt sich mit der Besprechung der Hauptpunkte, um welche es sich bei dem Streite zwischen den Herren Schröder und Kopp handelt. Es sind dies folgende:

1. Herr Schröder glaubt die Formeln der organischen Verbindungen so annehmen zu müssen, wie sie erforderlich sind, damit die Flüssigkeiten in Dampfform gleiches Volumen einnehmen, eine Ansicht, welcher von Herrn Kopp widersprochen wird. Die Beispiele, welche von beiden Seiten für und wider aufgestellt werden, lassen diese Frage unentschieden.

2. Herr Schröder schreibt, wie gesagt, einer und derselben Compositionsdifferenz verschiedene Siedpunktsdifferenzen zu, und gründet hierauf seine Ansicht von der Isomerie der Componenten in verschiedenen organischen Verbindungen. Herr Kopp ist dagegen der Meinung, dafs einer und derselben Compositionsdifferenz stets ein constanter Unterschied der Siedpunkte angehöre und entgeht dadurch einer grofsen Unsicherheit der Bestimmungen.

3. Der Verfasser behauptet — gegen Herrn Kopp — dafs alle metameren Verbindungen ungleiche Siedpunkte haben. Läfst sich nachweisen, dafs dies nicht der Fall ist, d. h. dafs gewisse Verbindungen Componenten enthalten, welche isomer sind, ohne deshalb ungleiche Einflüsse auf die Siedhitze auszuüben, so erliegt auch die Schröder'sche Behauptung, dafs der Siedpunkt ein wesentliches Kennzeichen zur Ermittlung der Molecularconstitution der Ver-

bindungen sei. Die bisherigen Erfahrungen haben nur die frühere Behauptung des Herrn Kopp widerlegt, daſs metamere Verbindungen stets gleiche Siedpuncte hätten, aber den Fundamentalsatz, mit dem das eigentliche Interesse der Schröder'schen Hypothese steht und fällt, haben sie noch nicht erwiesen, daſs nämlich metamere Verbindungen jedesmal und nothwendig verschiedene Siedpuncte haben [1].

Jedenfalls fordert das theoretische Verfahren des Herrn Verfassers zu der gröſsten Vorsicht auf, weil ihm die Gefahr droht, sichere Anhaltspuncte zu verlassen und die bisherigen, auf chemische Analogien gegründeten Gruppirungen aufzugeben, um sich von einem neuen, beschränkteren Standpuncte aus in endlose Isomerien zu verlieren.

Herr C. Löwig hat in seiner vierten Abhandlung: *Ueber den Zusammenhang zwischen den Atomgewichten und den specifischen Gewichten der flüssigen organischen Verbindungen, nebst Kritik der Kopp'schen Werthe, die specifischen Gewichte vorauszubestimmen* etc., Pogg. Ann. LXVIII. p. 51—72, nachzuweisen gesucht:

1) daſs die von Kopp für die Atomvolume von Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff aufgestellten Werthe falsch sind,
2) daſs das Atomvolumen eines Elements nicht in allen Verbindungen gleich groſs sein kann.

Dieser Arbeit sind von Herrn H. Kopp seine: *Bemerkungen zu Löwig's Volumtheorie*, in Pogg. Ann. LXIX, p. 506—526 entgegengestellt worden. Es ist darin das Irrthümliche der Löwig'schen Resultate und das Unwissenschaftliche seiner Methode auf eine gründliche, so erschöpfende Weise dargethan worden, daſs es gerechtfertigt erscheinen wird, sie von einem Berichte auszuschlieſsen, welcher den *Fortschritten* der Physik gewidmet ist.

Wie weit die von Herrn Kopp berechneten Atomvolume

[1] Von einem 4ten Differenzpuncte, welcher darin besteht, daſs Herr Schröder das chemische Verhalten der Körper bei seinen Bestimmungen völlig unbeachtet läſst, während Herr Kopp es beim Vergleich der Compositions- und Siedhitze-Unterschiede beständig zu Rathe zieht, ist im Jahresbericht v. 1845 p. 9 die Rede gewesen.

als gültig zu betrachten sind, werden weitere Untersuchungen entscheiden. Es liegt in der Natur dieser Bestimmungen, dafs sie sich bis jetzt noch nicht mit genügender Sicherheit haben ausführen lassen.

Die Herren L. Playfair und J. P. Joule haben im Jahre 1845 unter dem Titel: *On Atomic Volume and Specific Gravity*, Phil. mag. XXVII, p. 453—533, abgekürzt im Inst. No. 641, p. 129—132 (vergl. Jahresbericht v. 1845 p. 3 und 13) eine ausgedehnte Reihe von Beobachtungen bekannt gemacht, welche den Zweck hatten, die *Atomvolume chemischer Verbindungen im festen und flüssigen Zustande* kennen zu lernen.

Sie bedienten sich zu ihren Messungen eines eigens construirten Instruments, dafs sie mit dem Namen: „Volumenometer" bezeichnen [1]. Es hat die Form eines grofsen Thermometers, dessen Kugel 1000 bis 4000 Gran Wasser fafst, während das Ansatzrohr einen Durchmesser von $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{16}$ engl. Zoll hat. Im Rohre des Instruments, mit welchem die Verfasser in der Regel ihre Versuche anstellten, betrug die Höhe eines Grans Wasser, bei 60° F., $\frac{1}{4}$ Zoll. Die Theilung war so weit fortgesetzt worden, dafs sich das Volumen eines Zehntel Grans noch mit Sicherheit bestimmen liefs.

Sollte nun das *Volumen einer aufgelösten Substanz* untersucht werden, so füllte man den Apparat bis zu einer gewissen Marke mit destillirtem Wasser, und schüttete den zu prüfenden Körper durch eine Seitenöffnung des Gefäfses hinein, die durch Niederlegen des Instruments frei wurde, und fest verschlossen werden konnte. Die Volumensvermehrung, welche nach der völligen Auflösung des Körpers eingetreten war, und sich an der Theilung durch das Steigen der Flüssigkeit kund gab, mafs den Raum, welchen die Substanz in der Auflösung einnahm.

Um das *Volumen eines festen Körpers* kennen zu lernen, erfüllte man den Apparat bis zu der gedachten Marke mit einer

[1] Das Verfahren der Herren Verfasser ist im Princip demjenigen gleich, welches von Holker beschrieben wird (An Examination of Dr. Dalton's New Method of Measuring the Water of Chrystallization contained in different varieties of Salts. 1845. Phil. mag. XXVII. pag. 207).

gesättigten Auflösung derselben Substanz oder mit Terpentinöl, und führte den festen Körper auf die bezeichnete Weise ein. Mit seinem Eintritt stieg die Flüssigkeit im Ansatzrohr um das Volumen, welches er verdrängte, und die Beobachtung des letzteren an der erwähnten Skale ergab somit unmittelbar das zu untersuchende Volumen des Körpers.

Die Menge der dem Experiment unterworfenen chemischen Verbindung entsprach — dem Zwecke der Untersuchung gemäfs — ihrem Atomgewicht.

So wurden z. B. beim schwefelsauren Kupferoxyd: $CuO_1SO_3 + 5HO$, dessen Atomgewicht = 124,88 ist, 124,88 Gran untersucht. Die Flüssigkeit stieg bei diesem Versuch durch das aufgelöste Salz um 45, durch das feste um 55,4 Theilstriche. Das Volumen einer dem Atomgewicht entsprechenden Menge schwefelsauren Kupferoxyds umfafste also im flüssigen Zustande 45, im festen 55,4 Raumeinheiten.

Die Verfasser führen als eine Eigenthümlichkeit an, dafs in diesem, wie in vielen andern Fällen, das Volumen des aufgelösten Körpers durch 9, und das des festen durch 11 theilbar sei. Sie machen überdies darauf aufmerksam, dafs der sich ergebende Quotient — wie in dem vorliegenden Beispiel, in welchem er 5 beträgt — oftmals gleich der Atomzahl des in der Verbindung enthaltenen Krystallisationswassers ist. — Nimmt man nun mit ihnen an, dafs das Volumen eines Atoms des letzteren im flüssigen Zustande gleich 9, im festen gleich 11 ist, so würde sich ergeben, dafs jene Körper nur mit dem Volumen ihres Krystallisationswassers auftreten (wie z. B. das aufgelöste schwefelsaure Kupferoxyd mit dem Volumen $5.9 = 45$ und das feste mit dem Volumen $5.11 = 55$); wobei jedoch zu bedenken wäre, dafs das hier in Betracht kommende Volumen des Krystallisationswassers keineswegs dem Volumen des Wassers oder Eises im isolirten Zustande gleich käme.[1])

[1] Holker war bekanntlich zu dem Resultat gelangt, dafs sich nur in den wenigsten Fällen der von Dalton aufgestellte Satz bestätigt fände, wonach chemische Verbindungen in der Auflösung stets den Raum ihres Krystallisationswassers einnehmen sollten; vorausgesetzt, dafs dies dabei in die Form des natürlichen Wassers übergeht.

Die Verfasser haben aufser dem Raum, welchen die chemischen Verbindungen einnehmen, auch ihr *specifisches Gewicht* bestimmt, was keine Schwierigkeit hatte, da ihnen die erforderlichen Data, das Gewicht und Volumen des zu untersuchenden Körpers bereits auf andere Weise bekannt waren.

So fanden sie z. B. das specifische Gewicht des schwefelsauren Kupferoxyds = 2,254. Um dasselbe aus dem Atomgewicht und Atomvolumen zu berechnen, hat man bekanntlich mit dem letzteren in das Atomgewicht zu dividiren (vergl. Jahresbericht v. 1845 p. 5.). Berechnet man auf diese Weise das specifische Gewicht des schwefelsauren Kupferoxyds aus seinem Atomgewicht: 124,88 und dem Volumen: 55, welches als Product aus 5 und 11 der angeführten Bemerkung der Herren Playfair und Joule genau entspricht, so erhält man die Zahl 2,270, welche in diesem Falle von dem direct gefundenen specifischen Gewicht (2,254) in der That nicht wesentlich abweicht.

Da die Verfasser diese Uebereinstimmung als eine Bestätigung ihrer Sätze in Bezug auf die Atomvolume betrachten, haben sie die so eben angedeutete Rechnung auch zur Controlle ihrer weiteren Resultate ausgeführt.

Als eigentliches Ergebnifs ihrer auf die mitgetheilte Weise an einer grofsen Anzahl von Körpern vollzogenen Untersuchungen stellen sie folgende Sätze auf:

I. Chemische Verbindungen vermehren, wenn sie in Wasser aufgelöst werden, sein Volumen, für jedes Aequivalent, um 9 oder um ein Multiplum von 9.

a. Gewisse Salze, wie schwefelsaure Verbindungen, Alaune u. s. w. vermehren das Volumen nur um einen, ihrem Krystallisationswasser entsprechenden Antheil, indem die wasserfreien Salze als solche gar keinen Raum einnehmen.

b. Wasserfreie Verbindungen, oder solche, welche nur wenig Krystallisationswasser enthalten, erfüllen aufgelöst eine gewisse Anzahl von Volumeneinheiten, die ungeändert bleibt, wenn sie sich mit andern Salzen verbinden.

c. Das Volumen der aufgelösten Doppelsalze ist, mit gewissen Ausnahmen, gleich der Summe der Volumina, welche ihre Componenten im isolirten Zustande einnehmen.

II. Das Volumen einer Verbindung im festen Zustande hat ein bestimmtes Verhältnifs zu ihrem Volumen in der Auflösung und zum Volumen andrer Substanzen.

a. Der Raum, welchen ein Aequivalent eines festen Körpers einnimmt, ist in gewissen Fällen: 11 oder ein Multiplum von 11 oder fast 11.

b. In andern Fällen ist dies Volumen: 9,8 oder ein Multiplum von 9,8 (dem Volumen eines Aequivalents Eis).

c. Für eine Reihe von Verbindungen endlich ist ihr Volumen die Summe eines bestimmten Multiplums von 11 und eines Multiplums von 9,8.

Herr MARIGNAC hat im Jahre 1846 eine Kritik dieser Untersuchungen in den *Archives des scienc. phys. et natur.* I. p. 23 bis 29 und (ins Englische wörtlich übersetzt) im Phil. mag. XXVIII. p. 527—532 unter dem Titel: *Observations on Messrs. LYON PLAIFAIR and JOULE's Memoir on Atomic Volume and Specific Gravity* erscheinen lassen.

Der Verfasser wendet den Herren PLAYFAIR und JOULE ein, dafs die Resultate, zu denen sie in Bezug auf die Volumina der *aufgelösten* Substanzen gelangt zu sein glauben, wenig Vertrauen verdienen, weil dabei der Einflufs der Temperatur, so wie der Menge des auflösenden Wassers nicht berücksichtigt sei, wenn gleich die beobachteten Werthe — wie die gedachten Herren selbst nachgewiesen hätten — wesentlich durch sie bedingt würden.

Die Raumbestimmungen der *festen* Körper hält Herr MARIGNAC deshalb für unzuverlässig, weil die Quantität der letzteren im Vergleich mit der grofsen, im Mefsapparat enthaltenen Flüssigkeitsmenge aufserordentlich gering war und ihr Volumen daher nicht mit der erforderlichen Genauigkeit beobachtet werden konnte.

Dazu kommt, wie der Herr Verfasser weiter bemerkt, dafs selbst abgesehen von den vielen Ausnahmen die Leichtigkeit, mit der sich die angeführten Sätze bei einer grofsen Anzahl von Fällen auf die eine oder andere Weise der Beobachtung anschliefsen lassen, und die Willkühr, welche sie zum Theil in

sich gestatten, wie namentlich der Satz *c.* unter II., ihrer Gesetzmäſsigkeit groſsen Abbruch thun.

Mit Anerkennung dieser Einwendungen, welche den Resultaten der Herren Playfair und Joule selbst den Werth empirischer Formeln absprechen, und in Betracht der physikalischen Unwahrscheinlichkeit ihrer Theorien, muſs man bekennen, daſs der eigentliche Gewinn ihrer umfassenden und mühvollen Arbeit nur in der Neuheit einiger von ihnen aufgestellten Fragen und eines Theils ihrer experimentellen Methode zu suchen ist, welche, wenn sie mit hinreichender Sorgfalt und Umsicht verfolgt wird, wohl geeignet ist, zu neuen, sicheren Resultaten zu führen.

Herr Marignac hat in 2 Artikeln: *Sur les relations qui existent entre les propriétés physiques et la composition chimique des corps composés, Archives des scienc. phys. et natur.* I. p. 5—29 und 137—162 eine sehr vollständige Uebersicht der bisherigen Resultate der Herren Kopp[1], Ammermüller[2], Schröder[3], Playfair und Joule[4], Löwig[5] und Gerhardt[6] gegeben, welche sich namentlich durch die Kritik auszeichnet, mit der darin das Wesentliche dieser Untersuchungen hervorgehoben und der eigentliche Standpunct, den sie in der Wissenschaft einnehmen, dargestellt ist. Der erste Theil behandelt die Atomverhältnisse in Rücksicht auf die chemische Zusammensetzung der Körper, der zweite ihre Beziehung zum Siedpunct der flüssigen organischen Verbindungen.

In einem *Mémoire sur les volumes atomiques des corps composés, Archives des scienc. phys. et natur.* I. p. 268—277, Auszug aus den Memoir. der Königl. Acad. der Wissensch. zu Turin, 2te Reihe, Bd. VIII.; *Sillim. Americ. Journ.* 1846, I. p. 114, sucht Herr Avogadro die Molecularvolumina der zusammenge-

[1] Jahresbericht v. 1845 p. 4 ff.

[2] Ueber eine Gesetzmäſsigkeit im specifischen Gewichte, welche bei Verbindungen einfacher Körper unter einander nach multiplen Verhältnissen stattfindet. 1840. Pogg. Ann. XLIX. p. 341.

[3] Jahresbericht v. 1845, p. 10 ff.

[4] s. o.

[5] Jahresbericht von 1845, p. 12 ff.

[6] Ebendaselbst p. 8.

setzten Körper aus ihren Atomvolumen abzuleiten. Er geht dabei von einem Princip aus, welches, wie schon im Jahresbericht von 1845 p. 13 bemerkt worden ist, noch jeder festen Begründung ermangelt, und bedient sich zugleich eines Verfahrens, das bei der grofsen Willkühr, welche es zuläfst, an sich schon wenig Vertrauen in seine Bestimmungen einflöfst.

Dr. H. Knoblauch.

A. Laurent. Ueber den Isomeromorphismus.

Schon lange ist bekannt, dafs zwei Körper aus derselben Anzahl von Atomen derselben Elemente bestehen, und doch verschiedene Eigenschaften haben können (Isomerie); eben so weifs man aus den Arbeiten von E. Mitscherlich, dafs Körper die aus gleicher Anzahl von Atomen bestehen, in denen aber einzelne derselben verschiedener Natur sind, gleiche Krystallform haben können (Isomorphismus).

Bisher glaubte man jedoch, dafs Isomerie und Isomorphismus bei zwei verschiedenen Körpern nicht zugleich Statt haben können.

Hr. Laurent hat jedoch gefunden, dafs gleiche Natur der Elemente gleiche Anzahl von Atomen derselben und gleiche Krystallform an zwei Körpern vorkommen kann, ohne dafs doch ihre Eigenschaften dieselben sind. Er fand nämlich, dafs aus Cinchonin, wenn darauf einmal Chlor das andere mal Brom einwirkt, in beiden Fällen 4 Atome Wasserstoff ausgetrieben werden, während eben so viele Atome dieser Elemente dafür eintreten. Diese beiden neuen Verbindungen sind basischer Natur. Verbindet man nun die Bromverbindung mit Chlorwasserstoffsäure, die Chlorverbindung mit Bromwasserstoffsäure, so gehen 4 Atome derselben in die Zusammensetzung ein, und die dadurch entstehenden Körper haben dieselbe Krystallform und dieselbe qualitative und quantitative Zusammensetzung. Dennoch sind ihre chemischen Eigenschaften sehr verschieden. Zersetzt man sie nämlich beide durch Kali, so wird im ersteren Falle Salzsäure und die Brom enthaltende Base, im letzteren Bromwasserstoff-

säure, und die chlorhaltige Base abgeschieden. Diese Körper nennt Hr. Laurent isomeromorphe Körper.

Örsted. Veränderung des Quecksilbers in luftdicht verschlossenen Gefäfsen.

Herr Örsted giebt für die Erscheinung, dafs Quecksilber in verschlossenen Röhren sich mit einer dünnen gelben Haut überzieht, die an dem Glase anhängt und endlich ganz schwarz wird, eine andere Erklärung, als man bisher dafür aufgestellt hat. Man hielt diese Substanz für sich allmählig bildendes Quecksilberoxyd. Hr. Örsted aber, indem er berücksichtigt, dafs auch bei fast vollkommener Abwesenheit von Sauerstoff jene Veränderung des Quecksilbers bemerkt worden ist, ist der Meinung es möchte der Gehalt des Glases an Schwefelnatrium die Ursache der Bildung jenes fremden Körpers sein, der demnach Schwefelquecksilber sein würde.

Dr. W. Heintz.

---

2. Cohäsion und Adhäsion.

C. Brunner. De ratione quae inter fluidorum cohaesionem et calorem aliasque vires moleculares intercedit. Berolini 1846*; Pogg. Ann. LXX. 481*; Monatsber. d. Berl. Akad. 1846 p. 181*; Inst. No. 688 p. 85*; Arch. d. sc. ph. et nat. IV. 121*.

A. Moritz. Einige Bemerkungen über die Methode von Coulomb die Cohäsion der Flüssigkeiten zu bestimmen. Bullet. d. l'Ac. St. Pét. V. 343*; Pogg. Ann. LXX. 74*; Arch. d. sc. ph. et. nat. IV. 391*.

M. F. Donny. Mémoire sur la cohésion des liquides, et sur leur adhérence aux corps solides. Mém. cour. et d. sav. étr. d. l'Ac. roy. d. Brux. XVII.*; Ann. d. ch. et d. ph. XVI. 167*; Phil. mag. XXVIII. 291*; Pogg. Ann. LXVII. 562*; Arch. d. sc. ph. et nat. I. 188; Sillim. J. 1846; (s. a. Berlin. Ber. 1845 p. 25).

P. Riess. Ueber eine merkwürdige Eigenschaft des Glimmers. Pogg. Ann. LXVII. 354*; Phil. mag. XXIX. 25*.

A. Waller. Observations on certain molecular actions of crystalline particles and on the cause of the fixation of mercurial vapours in the daguerreotype process. Phil. mag. XXVIII. 94*; Arch. d. sc. ph. et nat. I. 428*.

Prater. Observations on Mitscherlich's essay „sur les réactions chimiques produites par les corps qui n'interviennent que par leur contact" (Ann. d. ch. et d. ph. 1843). Mech. mag. XLIV. 475*.

Prater. Observations on Majocchi's essay „delle imagini prodotte du esalationi vaporose sopra la superficie dei corpi" (Ann. d. fis. chem. 1844 No. VIII.). Mech. mag. XLIV. 490*.

Prater. On Karsten's electric theory of the Moser images. Mech. mag. XLIV. 491*.

Prater. Catalytic force or attraction of surface concerned in the diffusive power of gases, an occult energy or power in saturated saline solutions. Mech. mag. XLV. 106*.

C. Brunner. Untersuchung über die Cohäsion der Flüssigkeiten.

Hr. Brunner macht es sich zur Aufgabe nachzuweisen, daſs die Cohäsion der Flüssigkeiten, und folglich auch die Höhe, bis zu welcher dieselben in Capillarröhren ansteigen, durch die Temperatur bedeutende Veränderungen erleidet, während Laplace und Poisson annahmen, daſs die Capillarhöhe nur proportional der Dichtigkeit sich verändere.

Die zahlreichen und höchst genauen Versuche wurden mit destillirtem, ausgekochtem Wasser (bei Temperaturen zwischen 0° und 82° C.), mit vollkommen wasserfreiem Aether (zwischen 0° und 35°) und mit feinem Provenceröl (zwischen 15° und 150°) in folgender Weise angestellt. Ein Cylinderglas, welches zum vierten Theile mit der zu untersuchenden Flüssigkeit angefüllt war, stand in einem Blechgefäſs mit doppelter Wand, welches eine Spalte enthielt, um das Visiren durch das Glas zu gestatten. Das Blechgefäſs war mit Eis oder mit Oel angefüllt, das durch eine Weingeistlampe erwärmt wurde. Ueber diesem Apparate lag auf einem Stativ eine Messingscheibe, in welcher die calibrirte, wohl gereinigte Capillarröhre, die bis in die Flüs-

sigkeit des Cylinderglases reichte, und eine nicht so tief heruntergehende Stahlspitze befestigt waren. Durch eine eingetauchte Glasmasse konnte der Spiegel der Flüssigkeit beliebig gehoben oder gesenkt werden. Nachdem nun vermittelst des Eises oder erwärmten Oeles im Blechgefäſse eine constante Temperatur erreicht war, was sich durch zweckmäſsig angebrachte Thermometer erkennen lieſs, wurde durch Einsenken der Glasmasse das Niveau der Flüssigkeit so weit gehoben, bis es eben die Metallspitze berührte, dann mit Hülfe eines Kathetometers zuerst die Höhe der Capillarascension in der Röhre und dann die Höhe des Flüssigkeitsniveaus oder vielmehr die der gleich hohen Metallspitze gemessen. Um nach der Metallspitze — welche ebenso wie die Capillarröre durch die Spalte des Blechgefäſses sichtbar war — visiren zu können, wurde vorher die Glasmasse wieder gehoben und also der Flüssigkeitsspiegel von ihr entfernt.

Die von G. Hagen[1] bemerkte, von Hrn. Brunner aber nicht wahrgenommene Unregelmäſsigkeit der Erscheinung bei den Versuchen mit Wasser, schreibt dieser den bei der Verdampfung sich ausscheidenden Unreinigkeiten des von Hagen angewandten Brunnenwassers zu.

Um die beobachteten Höhen sowohl unter sich, als auch mit den nach dem Laplace-Poisson'schen Gesetze berechneten Höhen vergleichbar zu machen, sind dieselben auf die Länge eines Cylinders von Flüssigkeit reducirt, der in einer Capillarröhre von 1^{mm} Radius getragen wird. Aus der letzteren Vergleichung geht hervor, daſs die Capillarhöhe mit steigender Temperatur viel schneller abnimmt, als es der Verminderung der Dichtigkeit entsprechen würde. Die Abnahme der Capillarhöhe scheint nicht der Dichtigkeit, sondern der Zunahme der Temperatur proportional zu sein. Unter dieser Annahme sind nach der Methode der kleinsten Quadrate die Constanten in den folgenden Formeln berechnet, worin h die Höhe des in einer Capillarröhre von 1^{mm} Radius ansteigenden Flüssigkeitscylinders und t die Temperatur nach der 100theiligen Skala bezeichnet.

[1] Pogg. Ann. LXVII. 159 und 163*; Berl. Ber. für 1845 pag. 21 und 22*.

1) für Wasser $h = 15{,}33215 - 0{,}0286396\,t$
2) für Aether $h = 5{,}3536 - 0{,}028012\,t$
3) für Olivenöl $h = 7{,}4640 - 0{,}010486\,t$.

Eine Zusammenstellung der nach diesen Formeln berechneten und der beobachteten Höhen für das Wasser ist in der in Pogg. Ann. enthaltenen deutschen Abhandlung nicht mit aufgenommen. Für Aether und Oel ist eine solche auch in der Dissertation selbst nicht gegeben.

Eine besondere Aufmerksamkeit wandte Herr Brunner der Capillarität des Wassers bei niedrigen Temperaturen zu, weil nur hier, wo von 0° bis 4° die Dichtigkeit zunimmt, mit schlagender Sicherheit zu ermitteln war, ob die Cohäsion eine Function der Dichtigkeit oder der Temperatur sei. Die Versuche bestätigten das Letztere. Der die Abnahme der Capillarhöhe bedingende Coefficient, der für die höheren Temperaturen zu 0,0286396 berechnet war, ergab sich sogar für den Abstand zwischen 0° und 4° noch gröfser, nämlich zu 0,0377. Hr. Brunner bemerkt, dafs man, um die Capillarität als Maafs der Cohäsion zu betrachten, die Gewichte der gehobenen Flüssigkeitssäulen mit einander vergleichen müsse. Dieses Gewicht ist, wenn d die Dichtigkeit bezeichnet, gleich hd. Nimmt man nun an, dafs dieses hd mit Zunahme der Temperatur gleichmäfsig abnimmt, so mufs, so lange d sich im Wachsen befindet, h natürlich desto stärker abnehmen.

Hr. Brunner führt schliefslich noch Gründe an gegen den von M. L. Frankenheim[1] vermutheten Zusammenhang von Cohäsion nnd lichtbrechender Kraft, so wie auch gegen den von I. W. Draper[2] aufgestellten Satz, dafs Capillarität ein elektrisches Phänomen sei. Um vielleicht auf einem andern Wege eine Relation zwischen Cohäsion und Elektrizität zu finden, steckte er die Capillarröhre in eine Drahtspirale, ohne jedoch bei irgend einer Flüssigkeit eine Veränderung in der Capillarhöhe bemerken zu können, sobald ein elektrischer Strom durch die Spirale ging. —

[1] Die Lehre von Cohäsion p. 90*.
[2] Phil. mag. 3. ser. XXVI. 185*; Berl. Ber. für 1845 p. 30*.

Aus der von Hrn. Brunner ausführlich gegebenen Geschichte des in der vorliegenden Dissertation behandelten Gegenstandes möge hier nur der 1846 erschienene Aufsatz von M. L. Frankenheim und Sondhauss [1] erwähnt sein. In demselben heifst es pag. 422: „Die Anomalie im spec. Gewicht des Wassers wiederholt sich also in der Synaphie nicht. Diese nimmt stetig ab von der niedrigsten, selbst unterhalb des Gefrierpunktes gehenden Temperatur bis in die Nähe des Siedepunktes hinauf. Dafs die Synaphie sich in niedrigen Temperaturen etwas rascher verändert, geht aus den Beobachtungen mit grofser Wahrscheinlichkeit hervor. In höheren Temperaturen ist die Curve der Capillarhöhen nahe gradlinig."

A. Moritz. Einige Bemerkungen über Coulomb's Verfahren die Cohäsion der Flüssigkeiten zu bestimmen.

In einem Vorwort zu der Arbeit des Hrn. Moritz verwahrt sich Hr. L. F. Kämtz dagegen, dafs er in der Allgemeinen Literaturzeitung 1826 No. 270 S. 501 behauptet habe, je geringer das specifische Gewicht einer Flüssigkeit sei, desto tiefer liege auch ihr Siedepunkt, wie Muncke in Gehler's Wörterbuch IV. 494 es aufgefafst hat. Hr. Kämtz führt seine eigenen Worte an, worin gesagt ist, dafs die Flüssigkeiten, welche bei irgend einer Temperatur die gröfste Fluidität, Beweglichkeit ihrer Theilchen, haben, auch am frühesten sieden, wozu als Beispiele Quecksilber, Wasser, Alkohol und Aether angeführt sind.

Die Fluidität des Wassers bei verschiedenen Temperaturen (zwischen 2°,58 R. und 31,05 R.) war es, welche Hr. Moritz mit einem Apparate untersuchte, der im Wesentlichen mit dem von Coulomb [2] angewandten übereinstimmte; derselbe bestand aus einer Scheibe, die, mit einer andern, getheilten fest verbun-

[1] Erdmann und Marchand, Journal für praktische Chemie XXIII. 401*; Sondhauss, Dissertatio de vi quam calor habet in fluidorum capillaritem. Vratislaviae MDCCCXLI.

[2] Expériences destinées à déterminer la cohérence des fluides et les lois de leur résistance dans les mouvements très-lents. Mém. de l'Inst. III. pour l'an IX. p. 246*.

den, an einem Drahte dergestalt aufgehängt war, dafs man erstere Scheibe in einem Gefäfse mit Flüssigkeit um ihren Mittelpunkt Oscillationen vollführen lassen konnte, deren Gröfse sich an der zweiten getheilten mittelst eines feststehenden Zeigers beobachten liefs. Die zu untersuchende Flüssigkeit befand sich in einem Glascylinder, der auf einem Fufs in einem mit Wasser von verschiedenen Temperaturen angefüllten hölzernen Kübel stand.

Es wurde zuerst der Coulomb'sche Satz [1] bestätigt, dafs die Torsionskraft dem Torsionswinkel proportional ist. Die Cohäsion des Wassers (Hr. de la Rive [2] macht mit Recht darauf aufmerksam, dafs der Name Fluidität oder Klebrigkeit wohl besser gewesen wäre) wird ausgedrückt durch folgende Formel

$$c = 0{,}2513 - 0{,}01118\,t + 0{,}0004387\,t^2 - 0{,}000003258\,t^3.$$

t scheint in Reaumur'schen Graden ausgedrückt zu sein. Die Cohäsion erreicht ein Maximum bei 4° C., und nimmt fast 1,4 mal rascher ab als die Dichtigkeit.

F. M. Donny. Ueber die Cohäsion der Flüssigkeiten und ihre Adhäsion an festen Körpern.

Adhäsionsscheiben. Hr. Donny zeigt, dafs die Kräfte, vermöge welcher die Flüssigkeitstheilchen an einander und an festen Körpern haften, sehr beträchtlich sind. Man hielt diese Kräfte für gering, erstens, weil man glaubte, dafs bei dem Versuch mit den Adhäsionsscheiben das auf die Waageschale gelegte Gewicht wirklich die Kraft angebe, welche nöthig sei, um einen Flüssigkeitscylinder von dem Durchmesser der Scheibe zu zerreifsen. Hr. Donny machte Versuche, bei denen eine Scheibe von Spiegelglas unbeweglich befestigt wurde, und ein darunter stehendes Gefäfs mit Wasser, dessen Niveau die Scheihe berührte, allmählig gesenkt werden konnte. Dabei nahm zwar bis zu einer gewissen Entfernung die an der Scheibe hängende Wassermasse

[1] Histoire de l'Académie pour 1784.

[2] Arch. d. sc. ph. et nat. IV. 392.

die ganze Unterseite der Scheibe ein, während dieselbe nur in der Mitte sich zusammenzog, bei gröfserer Entfernung verkleinerte sich aber auch die obere Basis der Wassermasse mehr und mehr, so dafs vor dem vollständigen Abreifsen nur noch ein sehr kleines Stück von Scheibe berührt wurde. (Bei dem gewöhnlichen Versuch wägt man also wohl das Gewicht des Maximums der Wassermasse, welches von der Scheibe über das Niveau der Flüssigkeit gehoben werden kann.) Ein eigentliches Zerreifsen erfolgt demnach hierbei nicht, sondern nur ein allmähliges Verschieben der Theilchen.

Cohäsion der Schwefelsäure. Der zweite Grund, die Cohäsion der Flüssigkeiten für gering zu halten, liegt in der Gegenwart eines Gases. Ein U-förmiges Manometer von $1^m,3$ Länge, an dem der verschlossene Schenkel 10^{mm} und der offene 5^{mm} Durchmesser hatte, wurde mit concentrirter Schwefelsäure gefüllt. Diese mufste nun von der in ihr enthaltenen Luft befreit werden. Die Röhre wurde unter den sehr hohen Recipienten einer Luftpumpe gebracht. Durch das Evacuiren sammelten sich Luftblasen in dem verschlossenen Schenkel, welche durch vorsichtiges Neigen der Röhre in den offenen Schenkel gebracht und so entfernt werden konnten. Dieses Verfahren wurde 8 bis 10 Tage lang fortgesetzt, bis endlich keine Blasen mehr sich zeigten. Die Säure stand jetzt in dem verschlossenen Schenkel $1^m,255$ höher als in dem offenen, aber durch das Vacuum und selbst durch ziemlich starkes Anstofsen der Luftpumpe konnte kein Abreifsen der Säure vom Glase mehr hervorgebracht werden, so dafs Adhäsion und Cohäsion stark genug waren, um von der Säure eine Säule von mindestens $1^m,25$ tragen zu können.

Cohäsion des Wassers. Hr. Donny nahm ferner zwei gleiche Glasröhren von 1^m Länge, und füllte beide zur Hälfte mit Wasser. Die erste wurde zugeschmolzen, so dafs der nicht mit Wasser gefüllte Theil Luft enthielt. Die zweite ward zuerst von Luft befreit und dann auch zugeschmolzen. Auf beide Röhren in senkrechter Stellung wurde nun von oben mit der Hand sanft geschlagen. In der lufthaltigen trennte sich bei jedem Stofs die Masse, und gab bei der Wiedervereinigung einen sehr starken, hohen Ton. In der luftfreien Röhre brachten die heftigsten

Stöfse keine Trennung der Masse hervor. Hieraus schliefst Herr Donny, dafs die Cohäsion des lufthaltigen Wassers, obgleich sie vom Druck einer Atmosphäre unterstützt wird, doch geringer als die Kraft des ertheilten Stofses, dafs die Kraft des Stofses aber gewifs gröfser ist als der Druck einer Atmosphäre. Die Cohäsion des luftfreien Wassers dagegen mufs gröfser sein als die Kraft des Stofses, also sicher gröfser als der Druck einer Atmosphäre, und die Cohäsion vermag eine Wassersäule von mehr als 10 Meter Höhe zu tragen.

Sieden. Hr. Donny vermuthete, dafs die Cohäsion gasfreier Flüssigkeiten auch der Trennung der Theilchen, welche zum Sieden nothwendig ist, einen Widerstand entgegensetzen werde. Eine in zwei Kugeln sich endende Glasröhre von 8^{mm} Durchmesser wurde unter Winkeln von 100° drei Mal, in eine W ähnliche Form, gebogen; und nachdem die drei ersten Schenkel mit Wasser gefüllt waren, so dafs nur das Ende mit den beiden Kugeln leer blieb, wurde das Ganze nach einem eigenthümlichen Verfahren luftfrei gemacht und an beiden Enden zugeschmolzen. Die beiden ersten Schenkel des Apparates konnten nun in einem Chlorcalciumbade erhitzt werden, ohne die Flüssigkeit im dritten Schenkel mit zu erwärmen, also auch ohne in den Kugeln Dampf von höherer Spannung zu erzeugen. Ein Vorversuch zeigte, dafs lufthaltiges Wasser in einem ähnlichen Apparate unter dem Druck von 3 Atmosphären während einer halben Minute durch ein Bad von 135° zum Sieden kam. Aber in dem beschriebenen Apparate mit luftfreiem Wasser siedete dieses durchaus nicht, nachdem es drei Minuten lang in Bädern von 113°, dann von 121°, dann von 128° C. geblieben war. In einem vierten Chlorcalciumbade, das zu Anfang die Temperatur 132° C. zeigte, dann aber nach $2\frac{1}{2}$ Minuten wegen der geringen Menge der Flüssigkeit, welche rasch verdampfte, auf 138° C. sich erwärmt hatte, ging bei dieser Temperatur plötzlich das in den beiden ersten Schenkeln enthaltene Wasser in Dampf über, und trieb die übrige Flüssigkeit mit grofser Energie in die Kugeln. Nimmt man also an, dafs das Wasser im Moment der Dampfbildung 135° warm gewesen ist, so war die Cohäsionskraft mindestens gleich dem Drucke von drei Atmosphären.

Hierauf gestützt, und um das Verdampfungsbestreben der flüssigen Körper mit ihrer bedeutenden Cohäsion in Einklang zu bringen, stellt Hr. Donny den Satz auf, dafs die an der Oberfläche der flüchtigen Körper liegenden Moleküle eine eigenthümliche Eigenschaft besitzen, wodurch sie aus dem festen oder flüssigen Zustand in den gasförmigen überzugehen streben, obgleich die im Innern der Körper befindlichen Theilchen einer starken Molekular-Attraction unterworfen bleiben. Dadurch dafs man eine lufthaltige Flüssigkeit einer höhern Temperatur oder einem geringeren Drucke aussetzt, scheidet sich die Luft an der wärmsten Stelle in Gestalt von Blasen aus, und an der so neu entstandenen Oberfläche findet die Verdampfung statt. Die Flüssigkeiten als solche besitzen nicht die Fähigkeit zu sieden, sondern sie besitzen sie nur so lange sie noch eine ziemlich bedeutende Menge Luft enthalten. Und nur unter der letzteren Voraussetzung ist es richtig, dafs der Siedepunkt da liegt, wo die Spannkraft der Dämpfe dem äufseren Drucke das Gleichgewicht hält.

Stofsen. Hr. Donny macht endlich noch auf die Erscheinung des Stofsens aufmerksam, welches dann eintritt, wenn der Flüssigkeit durch längeres Kochen schon die meiste Luft entzogen ist. Erst nachdem die Flüssigkeit eine über ihrem Siedepunkt liegende Temperatur erreicht hat, scheidet sich wieder ein Gasbläschen aus, welches dann eine sehr beträchtliche Dampfbildung hervorbringt. Durch Einleiten von Luft in die Flüssigkeit würde das Stofsen vermieden werden. Hr. Donny hält es für wahrscheinlich, dafs durch dieselbe Ursache oft die Explosionen von Dampfkesseln erzeugt werden, und es gelang ihm bei Gefäfsen, die durch ein Ventil geschlossen waren, wie auch bei ganz offenen, nach vorheriger Austreibung der Luft durch Erhitzen Explosionen im Kleinen hervorzubringen.

Dr. A. Krönig.

P. Riess. Ueber eine merkwürdige Eigenschaft des Glimmers.

Die von Hrn. Riess in dem vorliegenden Aufsatze beschriebene Eigenschaft des Glimmers wirft ein helles Licht auf eine Klasse von Erscheinungen, die man unter dem Namen der *Berührungsbilder* zusammenfassen könnte, nämlich auf die Moser-schen Bilder, Thermographien u. s. w. Ein Glimmerblatt zeigt an seiner Oberfläche zwei sehr verschiedene Zustände, je nachdem diese Oberfläche ganz frisch ist oder schon einige Zeit lang in der Atmosphäre verweilt hat. Ein gewöhnliches reines Glimmerblatt condensirt den Hauch als einen matten Ueberzug, der sich unter dem Mikroskop als ein Netz von kleinen Wassertröpfchen darstellt; und in diesem Zustande ist es ein vollkommener Isolator der Elektricität. Eine frisch bloſsgelegte Oberfläche des Glimmers bleibt dagegen beim Anhauchen völlig klar, und eine genaue Untersuchung zeigt, daſs das Wasser an dieser Oberfläche in einer zusammenhängenden Schicht condensirt wird. Diese Condensation geschieht mit bedeutender Kraft, so daſs schon aus der Luft, wenn sie auch nur wenig Wasserdampf enthält, dieser an der Oberfläche verdichtet wird, und in Folge dessen das Phänomen sich darbietet, daſs der Glimmer als ein guter Leiter der Elektricität erscheint. Eine solche frische Glimmeroberfläche verliert übrigens ihre Condensationskraft in kurzer Zeit. Es braucht nicht erwähnt zu werden, wie schön diese Beobachtung des Hrn. Riess die Erklärung der Moser'schen Bilder von Waidele[1] unterstützt; und wie ferner eine solche frische Glimmeroberfläche analog der Oberfläche der elektrischen Bilder ist, die ich 1843 beschrieben habe[2]. Die Beobachtung des Hrn. Riess giebt sodann noch Aufschluſs über das Entstehen von positiven und negativen Bildern und erklärt viele scheinbare Anomalien in dem Auftreten dieser beiden Modifikationen. Ein positives Bild, das heiſst ein solches, in dessen Zeichnung der Hauch undurchsichtig condensirt wird, entsteht, wenn eine reine Oberfläche so

[1] Pogg. Ann. LIX. 255.
[2] Pogg. Ann. LX. 1.

zu sagen durch das Bild beschmutzt wird, ein negatives dann, wenn die Oberfläche in der Zeichnung des Bildes gereinigt wird.

A. Waller. Beobachtungen über gewisse Molekularwirkungen krystallinischer Theilchen, und über die Ursache von dem Niederschlagen der Quecksilberdämpfe im Daguerreotypprocefs.

Nahe verwandt mit der eben erwähnten Beobachtung des Hrn. Riess, sind die Versuche, welche Hr. Waller in dem vorliegenden Aufsatze bekannt macht. Der Verfasser hat das von Berzelius zuerst bemerkte Verhalten einiger Auflösungen an markirten Stellen des Gefäfses auszukrystallisiren, näher untersucht. Giefst man eine der später zu nennenden Salzlösungen auf eine Glastafel, und beschreibt mit einer Feder oder einem Stifte beliebige Züge auf dem Glase, so findet es sich, dafs die Salze beim Krystallisiren diese Züge darstellen, und dafs ebenso auf der Oberfläche der Flüssigkeit ein Bild dieser Züge in kleinen schwimmenden Krystallen entsteht. Berzelius beschreibt das Phänomen an dem doppelt phosphorsaurem Magnesia-Ammoniak (*double phosphate of ammonia and magnesia*), welches Hr. Waller darstellt, indem er 10 Gran phosphorsaures Natron mit 3 Gran kohlensaurem Ammoniak in 1½ Unze Wasser auflöst.

Andere Salzlösungen, die Hr. Waller zur Erzeugung der Bilder brauchbar fand, sind folgende. Platinchlorid gemischt mit Salpeter. Weinsteinsäure mit Salpeter. Weinsteinsäure mit kaustischem Kali (*liquor potassae*). Weinsteinsäure und kaustisches Natron. Die Verhältnisse, in denen die Substanzen gemischt werden müssen, sind nicht angegeben.

Bringt man anstatt einer Salzlösung, eine Flüssigkeit, welche Gas absorbirt enthält, auf die Glastafel, so werden die auf dem Glase gezeichneten Züge durch Gasbläschen bezeichnet, die sich an diesen Stellen ansetzen. Hr. Waller meint, dies gäbe die Erklärung für die Fixirung der Quecksilberdämpfe im Daguerreotypprocefs. Die vom Lichte getroffene Oberfläche der Jodsilberschicht sei ähnlich so verändert, wie die Glastafel in den früheren

Fällen durch die mechanische Berührung. Das ist ohne Zweifel richtig, aber keine Erklärung des Faktums, sondern nur eine andere Ausdrucksweise, die Frage ist ja die, welches ist Veränderung, welche die Jodsilberschicht durch das Licht erleidet, und sie befähigt, die Quecksilberdämpfe zu condensiren?

Die Entstehung der unteren Bilder auf der Glastafel läfst sich mittelst der Beobachtung von RIESS wohl verstehen, wenn man annimmt, dafs durch die Feder oder den Stift wirklich eine Gasatmosphäre oder wie man es nennen will, von der Oberfläche des Glases entfernt, und dadurch eine Verschiedenheit zwischen den berührten und unberührten Stellen des Glases hervorgebracht wird. Schwierig möchte es dagegen sein, die oberen Bilder auf der Flüssigkeit selbst zu erklären.

Die 4 Aufsätze von Hrn. PRATER besprechen gleichfalls die Oberflächenwirkung, ohne indessen etwas Neues in der Sache zu bringen.

Dr. G. Karsten.

---

3. Diffusion.

D. P. GARDNER. Researches on the functions of plants, with a view of showing that they obey the physical laws of diffusion in the absorption and evolution of gases by their leaves and roots. Phil. mag. XXVIII. 425*;

G. RAINEY. On the cause of endosmose and exosmose. Phil. mag. XXIX. 179*;

NAPIER. On electrical endosmose. Phil. mag. XXIX. 10*; Inst. No. 661. p. 299*; Arch. d. sc. nat. II. 345.;

GARDNER. Untersuchungen über die Funktionen der Pflanzen mit Rücksicht auf den Beweis, dafs sie den physikalischen Gesetzen der Diffusion in der Absorption und Entwicklung der Gase durch ihre Blätter und Wurzeln folgen.

Als unmittelbare Resultate der in dieser Abhandlung beschriebenen Versuche hebe ich hervor.

1. Die Pflanzenepidermis (von *Basella lucida*, *Alanthus alata*, *Chenopodium album* und mehreren Species von *Sedum*) gestattet den Gasen die Diffusion wie jeder andere poröse Körper.

2. Die in kräftigen Pflanzen von *Datura stramonium* enthaltene Luft bestand nach 6 Analysen Mittags zwischen 11 und 12 aus 87,5 *N* und 12,5 *O* und enthielt keine Kohlensäure. Die Luft in *Poa pratensis* enthielt unter denselben Umständen ebenfalls keine Kohlensäure und bestand nach 4 Analysen aus *N*. 86,1 und *O* 13,9.

3. Die Wurzeln von *Datura stramonium* entwickelten, wenn die Blätter von diffusem Lichte beschienen waren, aus Brunnenwasser ein Gas aus *N* 96,2 *O* 3,8 bis *N* 96,6 *O* 3,4. Wenn die Blätter im Dunkel waren, entwickelte sich kein Gas. Es war unwesentlich, ob die Wurzeln beleuchtet waren oder nicht.

4. *Conferva mucosa* entwickelte im Brunnenwasser in 6 Stunden ein Gas von *O* 73 *N* 27, in 24 Stunden *O* 53 *N* 47, in 48 Stunden *O* 18,6 *N* 81,4, in kohlensaurem Wasser binnen 6 Stunden *O* 68 pc., in 24 Stunden *O* 63 pc., in 48 Stunden *O* 12 *N* 88, in 72 Stunden *O* 3,5 *N* 94,5.

Im Uebrigen sucht der Verfasser zu zeigen, dafs sich die Resultate seiner und fremder Versuche mit dem in Einklang bringen lassen, was man bis jetzt über die Diffusion der Gase und die Absorption derselben weifs.

G. RAINEY. Ueber die Ursache der Endosmose und Exosmose.

Herr RAINEY giebt eine Erklärung von der Volumsveränderung bei der Diffusion von Flüssigkeiten, mit gleichen chemi-

schen Eigenschaften (soll wahrscheinlich heifsen von einer Lösung mit einer andern, die aus demselben *solvens* und demselben *solutum* besteht oder mit dem *solvens* allein), die zu dem Schlusse führt: *Therefore, in case of diffusion of two fluids of unequal densities through a porous partition, the fluid must accumulate on that side of the partition on wich is situated that fluid which passed through it most slowly.* Ebenso heifst es weiter unten: *If these fluids be dissimilar in respect to their chemical qualities, still the accumulation will take place on that side of the membrane on which was situated the fluid which passed through it most slowly, although its density may be less than the other.* Dies ist ein Satz der ebenso unbestreitbar und ebenso wenig schwer zu erklären ist, als der, dafs von zwei Wettläufern der schnellste dem andern zuvorkommt.

Napier. Ueber elektrische Endosmose.

Porret zeigte zuerst, dafs ein elektrischer Strom, der zwei durch eine poröse Scheidewand getrennte Flüssigkeitsmassen durchfliefst, eine gewisse Quantität Flüssigkeit durch die Scheidewand hindurch transportirt, so dafs die Flüssigkeitsmasse, in der die negative Electrode taucht, sich vermehrt auf Kosten derjenigen, in welcher sich die positive befindet. Ueber diesen Vorgang hat Herr Napier eine Reihe von Versuchen angestellt, welche ihn zu folgenden Schlufssätzen führen.

1. Ein Strom positiver Electricität, der durch eine Flüssigkeit geht, ist immer begleitet von einem Strome der Flüssigkeit in derselben Richtung.

2. Wenn die Flüssigkeit einen Körper (ein Salz oder eine Säure) aufgelöst hält, welcher zersetzt wird, so ist der endosmotische Strom gänzlich oder zum gröfsten Theil auf den gelösten Körper beschränkt, und vergröfsert deshalb die Menge der Flüssigkeit, in welche er hineingeht, wenig oder gar nicht.

3. Wenn die von der Batterie entwickelte Electricitätsmenge gröfser ist, als dafs sie von dem gelösten Körper geleitet werden könnte, so geht der Ueberschufs durch das Wasser und

führt einen Theil desselben in die Zelle der negativen Electrode über, gerade so, als wenn reines Wasser angewendet worden wäre. Wie bekannt, ist daher die Endosmose am stärksten bei reinem Wasser und bei Strömen, welche keine wahrnehmbare Zersetzung geben.

Die zahlreichen Versuche, welche gedrängt beschrieben, wie sie sind, im Einzelnen keinen Auszug zu lassen, zerfallen in Bezug auf ihre äufsere Anordnung in zwei Abtheilungen.

I. Die Flüssigkeiten, in welche die Electroden tauchten, waren nur durch eine poröse Thonwand (unglasirtes Porcellan) getrennt und bestanden in Wasser, in zwei gleichen Lösungen oder in zwei verschiedenen Lösungen. Es wurde bestimmt

1) der Transport an Wasser,
2) der Transport an gelösten Körpern,
3) die Zersetzung.

II. Beide Flüssigkeitsmassen, in denen sich die Electroden befanden, waren in Thonzellen enthalten, die einen Zoll von einander entfernt in einem Glasgefäfse standen, das mit Wasser oder einer Lösung gefüllt war. Bei diesen Versuchen wurde aufser den Veränderungen der Flüssigkeitsmengen in den beiden Zellen auch die der Flüssigkeitsmenge in dem Glasgefäfse beobachtet.

Dr. E. Brücke.

---

4. Capillarität.

Henry. Observation on capillarity. Phil. mag. XXXVIII. 341.*; Pogg. Ann. Ergzgsbd. II. 358*; Proc. of the Amerc. phil. soc. IV. 176*; Dingl. p. J. CI. 274*.

Herr Henry hat im Jahre 1839 einige Versuche über die Durchdringlichkeit des Bleies für Quecksilber bekannt gemacht, und glaubt, dafs ein ähnliches Verhältnifs auch zwischen andern Metallen existire. Er fragte Herrn Cornelius, einen Lampen-

fabrikanten in Philadelphia, ob er nicht gefunden habe, dafs beim starken Erhitzen von plattirten Kupferplatten das Silber auf denselben verschwinde. Die Antwort war, dafs dies allerdings der Fall sei, und dafs die Werkleute allgemein glaubten, das Silber verdampfe bei zu sehr erhöhter Temperatur. Nach Herrn Henry's Rath gelang es, auf diese Weise verdorbenen Stücken durch Eintauchen in eine Lösung von Chlorzink binnen fünf Minuten ihren Silberüberzug wieder herzustellen.

Der Verfasser bemerkt ferner, dafs es den Juwelieren wohl bekannt sei, wie vergoldete Kupfersachen nach einiger Zeit unansehnlich würden, man aber durch Sieden in Ammoniak ihren Glanz wieder herstellen könne. Auch hier, meint er, sei durch Diffusion Kupfer an die Oberfläche gelangt. Demselben Grunde schreibt er es zu, dafs Münzen von legirtem Silber, die lange in der Erde gelegen haben, mit einer Kruste von Kupfersalz bedeckt sind.

Durch einen ähnlichen Diffusionsprocefs endlich glaubt er die Entstehung der Feuersteinklumpen im kohlensauren Kalk und die der Klumpen von verhärtetem Mergel in Thonlagern erklären zu können.

Dr. E. Brücke.

---

5. Dichtigkeit und Ausdehnung.

G. Rose. Ueber die Verminderung des specifischen Gewichtes, welche die Porzellanmasse beim Brennen, ungeachtet des Schwindens erleidet. Pogg. Ann. LXVI.; Dingl. p. J. XCVIII. 109*; Inst. No. 638. p. 102.

Deville. Note sur la diminuition de la densité dans les roches lorsqu'elles passent de l'état cristallin à l'état vitreux. C. R. XX. 1453*; Inst. No. 594. p. 174*.

Selmi. Neue Krystallisationserscheinungen in Glaubersalz-Auflösungen. Dingl. p. J. XCVII. 466*; Journ. de pharm. aôut 1845. p. 122.

Scharling. Ueber die Anwendung des Alkoholometers zur Bestimmung des specifischen Gewichtes, namentlich von Oel und Fettsubstanzen. Dingl. pol. J. XCIX. 192*; Erdm. und March. XXXVI.

Alexander. Beschreibung eines Instrumentes zur Bestimmung des specifischen Gewichtes von Flüssigkeiten. Dingl. pol. J. CI. 97*; Bair. K. u. Gewbl. 1846. p. 286; Pogg. Ann. LXX. 137*; Arch. d. sc. ph. et nat. IV. 390*;

Brossard Vidal. Nouvel alcoholomètre. C. R. XXIII. 1110*;

Th. Scheerer. Einiges über die Bestimmung des specifischen Gewichtes von Mineralien. Pogg. Ann. LXVII. 120*.

Schaffgotsch. Ueber das specifische Gewicht der Kieselerde. Pogg. Ann. LXVIII. 147*; Quesnev rev. sc. XXV. 276*;

L. Playfair et Joule. Sur l'expansion des sels. Inst. No. 671 p. 377*; Athen.

V. Regnault. Mémoire sur la dilatation absolue du mercure. C. R. XXIII. 837*; Inst. No. 670 p. 365*.

Isidore Pierre. Recherches sur la dilatation des liquides (deuxième mémoire). C. R. XXIII. 444*; Inst. No. 661. p. 294*; Arch. d. sc. ph. et nat. III. 48*; Ann. d. ch. et d. ph. XIX. 193*.

Isidore Pierre. Recherches sur la dilatation des liquides (troisième mémoire) C. R. XXIII. 594*; Inst. No. 664. p. 317*; Arch. d. sc. ph. et nat. III. 154*.

Isidore Pierre. Recherches sur les propriétés physiques des liquides et principalement sur leur dilatation. C. R. XXIII. 873*;

Chr. Langberg. Om sovolsyrens specifiske Vaegt ved forskjellige Fortyndingsgraeder. Nyt. Mag. for Naturv. IV. 350*.

G. Rose. Ueber die Verminderung des specif. Gewichts, welche die Porzellanmasse beim Brennen ungeachtet des Schwindens erleidet.

In seinem Traité des arts céramiques, erwähnt Al. Brogniart, Director der Porzellanfabrik zu Sèvres, der Eigenschaft des Porzellans, beim Brennen eine bedeutende Verminderung der Dichtigkeit, ungeachtet der dabei stattfindenden beträchtlichen Verringerung des Volumens zu erleiden. Die Porzellanmasse von Sèvres nämlich zeigte, nachdem sie längere Zeit bis 100° C. erhitzt war, eine Dichtigkeit von 2,544 und erreichte durch Erhitzen bis zur Dunkelrothglühhitze, in Folge der gänzlichen Austreibung des Wassers und Annäherung der Theilchen, das Maximum der Dichte

von 2,72, unter gleichzeitiger Verringerung des Volumens um ½ pCt. Eine fernere Steigerung der Temperatur bis zur Weifsglühhitze, wie sie zum Gaarbrennen des Porzellans erforderlich ist, bewirkte eine Verringerung des Volums um 10 pCt., dagegen statt einer dem entsprechenden Zunahme der Dichte, eine Abnahme derselben von 2,72 auf 2,48.

Brogniart giebt keine besondere Erklärung dieser Erscheinung, sondern führt nur noch als wesentlich die Thatsachen an, dafs die Porzellanmasse während des Erhitzens vom Dunkelrothglühen bis zur Weifsglühhitze keinen Gewichtsverlust erleidet, dafs ferner der eine Gemengtheil des Porzellans, der Feldspath, durch die Schmelzung eine Abnahme der Dichte von 2,597 auf 2,371 erfährt. — Die Dichtigkeitsbestimmungen sind bei diesen Versuchen, wie es insbesondere die poröse Beschaffenheit des Porzellans nöthig macht, an den gepulverten Substanzen ausgeführt worden. —

Hr. Rose hat nun das Berliner Porzellan einer ähnlichen Untersuchung unterworfen und dieselben Erscheinungen daran wahrgenommen. Die Dichtigkeit des Berliner Porzellans vermindert sich nach ihm beim Uebergang von dem Verglühen in den gaargebrannten Zustand von 2,613 auf 2,452.

Um die Ursache hiervon aufzufinden, bestimmte er die Dichtigkeitsveränderungen, welche die beiden Gemengtheile des Porzellans, der Feldspath und die Porzellanerde, jenachdem sie nur der Hitze des Verglühofens oder der des Gutofens ausgesetzt waren. Er fand, dafs Porzellanerde, welche bei keiner Temperatur des Porzellanofens die geringste Zusammensickerung erleidet, ihre Dichte hierbei von 2,633 auf 2,562 vermindert, und der Feldspath, welcher im Gutofen zu einem klaren Glase schmilzt, eine Abnahme der Dichte von 2,592 auf 2,384 erfährt. — Die aus diesen Dichtigkeitsverminderungen der beiden Bestandtheile des Porzellans berechnete Dichtigkeitsdifferenz des verglühten und gutgebrannten Porzellans, erreicht jedoch noch nicht die durch Versuche an dem Porzellan selbst ermittelte, und findet Herr G. Rose den fehlenden Factor hierin, dafs während des Gaarbrennens des Porzellans der Feldspath auf die Porzellanerde chemisch einwirke, die resultirende Verbinduug aber eine geringere Dichte, als ihre Bestandtheile habe, welche Dichtigkeitsvermin-

derung sich noch zu der, welche die einzelnen Bestandtheile für sich erleiden hinzuaddirt. —

Hiermit steht die bisherige Annahme über die Porzellanbildung, dafs nämlich die Porzellanerdetheilchen durch den schmelzenden Feldspath nur zusammengekittet nicht aher chemisch afficirt seien, in Widerspruch, welche ihrerseits sich auf die mikroskopische Betrachtung dünner durchscheinender Porzellantäfelchen stützte. Diese zeigen uns nämlich das Porzellan als ein farbloses Glas in welchem undurchsichtige Körner der Porzellanerde suspendirt sind. Die schöne Erklärung des Herrn ROSE ist aber um so annehmbarer als sie durchaus nicht mit dem in Widerspruch steht, was uns das Mikroskop über die Structur des Porzellans zeigt. Denn die Wahrnehmung undurchsichtiger Porzellanerdetheilchen im klaren Feldspathglase schliefst die Möglichkeit nicht aus, dafs dieselben von dem umgebenden schmelzenden Feldspath an der Oberfläche bis zu gröfserer oder geringerer Tiefe angegriffen und aufgelöst sein können, wie es auch höchst wahrscheinlich ist, dafs bei einer gehörigen Steigerung der Hitze bis zur vollkommenen Schmelzung des Porzellans, die Auflösung der Porzellanerde durch den Feldspath ebenfalls eine vollkommene sein, und statt des Porzellanes ein klares Glas erhalten wird.

Dr. Wächter.

CH. DEVILLE. Verminderung der Dichtigkeit von Mineralien die aus dem krystallinischen in den glasigen Zustand übergehen.

Ganz den Beobachtungen des Hrn. G. ROSE sich anschliessend, sind diejenigen, welche Hr. DEVILLE über die Dichtigkeitsabnahme an Mineralien beim Uebergange aus dem krystallinischen in den glasigen Zustand, angestellt hat. Hr. DEVILLE untersuchte verschiedene Arten von Lava, Trachyt, Basalt und Granit, und fand jedesmal die krystallinische Masse von gröfserm specifischen Gewichte als die glasige, die er theils in ihrem natürlichen Vorkommen, theils in künstlicher Darstellung der Untersuchung

unterwarf. Einige der Beobachtungen bieten Vergleichspunkte mit früheren von Gustav Bischof 1841 angestellten dar, in denen ähnliche Resultate erhalten wurden. Wegen der Zahlenangaben mufs auf die Abhandlung selbst verwiesen werden.

Selmi. Neue Krystallisations-Erscheinungen in Glaubersalz-Auflösungen.

Hr. Selmi macht in der vorliegenden Notiz auf die interessante Thatsache aufmerksam, dafs bei der Auflösung des Glaubersalzes in Wasser, trotz seines vollen Wassergehaltes eine Raumverminderung eintritt. Das krystallisirte Salz plus dem Wasser haben bei 0° dasselbe Volumen als die Auflösung bei + 50°.

Scharling. Ueber die Anwendung des Alkoholometers zur Bestimmung des specifischen Gewichtes, namentlich von Oel und Fettsubstanzen.

Die Untersuchung des specifischen Gewichtes giebt in vielen Fällen Aufschlufs über die Reinheit der untersuchten Substanz, und es sind deshalb bekanntlich bei vielen technischen Operationen die Bestimmungen des specifischen Gewichtes das einfachste Mittel sich über den Zustand eines Fabrikates zu unterrichten. Bei sehr vielen derartigen Instrumenten hat man die Skalen so eingerichtet, dafs sie anstatt des specifischen Gewichtes, den diesem Gewichte entsprechenden Werth des Fabrikates angeben, und auf diese Weise sind eine Menge von Skalen entstanden von denen jede nur für einen speciellen Zweck dient; dies ist der Fall mit den Soolwagen, den Alkoholometern und Bierwaagen mit den verschiedenen Skalen von Tralles, Baumé u. s. f. Der hieraus entspringende Uebelstand liegt klar zu Tage, theils mufs die empirische Graduirung der Instrumente je nach der Güte der angewandten Substanz oder des Normalinstrumentes, sehr verschieden ausfallen, theils sind solche Instrumente für alle Bestimmungen des specifischen Gewichtes für andere Substanzen

brauchbar. Es wäre deshalb ein wirklicher Fortschritt wenn anstatt aller solcher Special-Instrumente endlich überall die Aräometer mit fester Skala eingeführt würden, die stets von gleicher Güte hergestellt werden können, wo dann Tabellen, welche das specifische Gewicht auf den gesuchten Werth des Fabrikates reduciren, die Bequemlichkeit der Werthskalen ersetzen könnten. Aus dem Gesagten geht hervor, daſs ich mit Hrn. Scharling nicht ganz einverstanden sein kann wenn er zur Bestimmung des specifischen Gewichtes von Oelen und Fetten das Alkoholometer angewendet wissen will. Es wäre dies nur ein halber Schritt, wodurch wir zwar eine Menge Oelwaagen mit verschiedenen Skalen los würden, aber doch noch die ansehnliche Anzahl von Alkoholometerskalen übrig behielten. Der Beweis den Hr. Scharling in der angeführten Arbeit liefert, daſs das Alkoholometer zur Gradirung der Oele angewendet werden könne, würde natürlich auch für Aräometer mit fester Skala passen, denen man je nach Bedürfniſs jede beliebige Form geben kann.

Alexander. Beschreibung eines Instrumentes zur Bestimmung des specifischen Gewichtes von Flüssigkeiten.

Dies Instrument beruht auf dem bekannten Principe der Hydrostatik: daſs die Höhen der Flüssigkeitssäulen in zwei Barometern unter gleichem Drucke dem specifischen Gewichte der Flüssigkeiten umgekehrt proportional sind. Eine communicirende Röhre, die mit ihren beiden unteren offenen Enden in zwei hoch und niedrig zu stellende Gefäſse taucht, ist an dem Zwischenstücke mit einer kleinen Handluftpumpe verbunden. Die Röhre ist auf beiden Schenkeln graduirt, und beim Gebrauche wird in das eine Gefäſs destillirtes Wasser, in das andere die zu untersuchende Flüssigkeit gethan, jedes Gefäſs bis zum Nullpunkt der Skalen verschoben, die Luft verdünnt und der Stand der Skalen abgelesen. Die Angabe der Skala mit Wasser, dividirt durch die mit der Flüssigkeit, giebt das specifische Gewicht der letzteren. Die Methode selbst ist nicht neu, und Hr. Alexander giebt selbst an, daſs Musschenbroek sie zuerst in Vorschlag gebracht habe;

man sieht aus Gehler's n. ph. Wört. I. 379 dafs C. A. Mester 1819 genau dasselbe Instrument unter dem Namen *Panydrometer* empfohlen hat (Archiv des Apothekervereins II. Hft. 2 S. 143); ferner machte auch unter Andern Meikle (Phil. Mag. LXVIII. 166) den Vorschlag, zur Auffindung des Punktes der gröfsten Dichtigkeit des Wassers eine derartige Vorrichtung anzuwenden, ein Vorschlag der nicht ausgeführt wurde, weil das ganze Verfahren zu ungenau erschien. Auch mir scheint die Auferweckung dieses Verfahrens nicht von Nutzen zu sein, das Instrument wird wegen der von der Einstellung und Ablesung der Skalen herrührenden 4 Fehlerquellen (2 bei den Nullpunkten, 2 bei den oberen Punkten der Skalen) immer ungenau sein, und selbst abgeschen hievon gegen das jedenfalls ebenso genaue Aräometer mit fester Skala stets die Nachtheile haben, dafs es ein zusammengesetzterer Apparat ist, und dafs man das specifische Gewicht erst berechnen mufs, welches bei diesem unmittelbar abzulesen ist. Für feine wissenschaftliche Untersuchungen ist das Instrument von Hrn. Alexander selbst nicht bestimmt, sondern mehr für technische Zwecke.

Brossard Vidal. Neuer Alcoholometer.

Ueber dies neue Instrument findet sich nur eine kurze Notiz in den C. R. aus welcher hervorgeht, dafs nicht mittelst einer Wägungsvorrichtung, sondern durch die Temperatur des Kochpunktes der Alkoholgehalt einer Flüssigkeit bestimmt wird.

Th. Scheerer. Einiges über die Bestimmung des specifischen Gewichtes von Mineralien.

In dem vorliegenden Aufsatze beschreibt Hr. Scheerer eine zweckmäfsige Vorrichtung um das specifische Gewicht von Mineralien, namentlich von kleinen Stückchen und pulverförmigen Substanzen, zu bestimmen. Der Apparat besteht aus zwei konischen, sorgfältig aus Silber abgedrehten, Theilen, die an ihrer

Basis genau in einander passen. In den innern, ausgehöhlten und mit Wasser gefüllten Raum der Kugel wird die zu untersuchende Substanz gebracht, nachdem der Apparat sowohl wie das Mineral unter Wasser gehörig ausgekocht worden sind, hierauf werden die Kegel ebenfalls unter Wasser zusammengesetzt, und die Gewichtsbestimmungeu an der hydrostatischen Waage gemacht. Die Form des Apparates, welche an das Nicholson'sche Hydrometer erinnert, sichert demselben eine leichte Beweglichkeit. Die angeführten Versuche mit Bergkrystall, dessen specifisches Gewicht im Ganzen und in kleinen Stücken bestimmt wurde, sprechen sehr für die Brauchbarkeit des Instrumentes.

F. Graf Schaffgotsch. Ueber das specifische Gewicht der Kieselerde.

Hr. Schaffgotsch liefert in der vorstehenden Abhandlung eine Reihe von Versuchen, die er über die Verschiedenheit des specifischen Gewichtes derselben Substanz, nämlich der Kieselerde, in ihren verschiedenen Zuständen, als Quarz, Opal und künstlich bereitete Kieselerde, angestellt hat. Den Einzelnheiten der Arbeit zu folgen würde zu weit führen und ich erwähne nur der interessanten Beobachtung, dafs das geringe specifische Gewicht des Opales in einigen Fällen durch anhaltendes Glühen dieses Minerales allmählich bis zu dem der künstlich bereiteten Kieselerde erhöht werden kann. Die gefundenen specifischen Gewichte sind:

Quarz und Sandstein	2,647	—	2,661
chemisch bereitete Kieselerde	2,19	—	2,23
opalartige Mineralien	1,34	—	2,30.

L. Playfair und Joule. Ueber die Ausdehnung der Salze.

Aus der kurzen Notiz im Inst. ist weiter nichts zu entnehmen, als dafs die genannten Herren die Ausdehnung von 18 Sal-

zen untersucht haben. Sobald die Abhandlung vollständig erschienen ist, wird in diesen Blättern über sie berichtet werden.

V. Regnault. Mémoire sur la dilatation absolue du mercure,

Von dieser Abhandlung ist bis jetzt nur der Titel bekannt geworden, sie soll nebst mehreren anderen Abhandlungen des Hrn. Regnault nächstens vollständig erscheinen.

Is. Pierre. Recherches sur la dilatation des liquides. 2ième et 3ième mémoire.

Hr. Pierre über dessen erste Abhandlung ich im vorigen Jahrgange (p. 37) berichtet habe, bringt in diesem Jahre zwei weitere Abhandlungen über denselben Gegenstand, nämlich über die Ausdehnung einiger Flüssigkeiten. Wir finden hierin sowohl neue Beobachtungen über andere Flüssigkeiten, als Folgerungen die auf der Berechnung der früheren Beobachtungen beruhen. Die Rechnungen der zweiten Abhandlung (der ersten vom Jahre 1846) beziehen sich auf die Feststellung des Ausdehnungscoefficienten bei verschiedenen Temperaturen, und auf die Controlle der Theorie der äquidistanten Punkte.

Schon in der ersten Abhandlung zeigte Hr. Pierre, dafs bei keiner der untersuchten Flüssigkeiten der Ausdehnungscoefficient eine constante Gröfse ist, sondern dafs er, mit Ausnahme des Wassers, vom Gefrierpunkte an beständig wächst. In der zweiten Abhandlung giebt Hr. Pierre eine Tabelle, in welcher der *mittlere* und der *wahre* Ausdehnungscoefficient verglichen werden. Nennt man nämlich Δt den Zuwachs, welchen die Einheit des Volumens erhält, indem man von 0° zu $t°$ geht, so wird der mittlere Ausdehnungscoefficient m gefunden aus:

$$m = \frac{\Delta t}{t}$$

den wahren Ausdehnungscoefficienten w für eine bestimmte Temperatur erhält man dagegen, wenn man die Reihe, welche die

Ausdehnung der Flüssigkeit ausdrückt, und welche bei Herrn Pierre stets von der Form

$$1+\Delta t = 1+at+bt^2+ct^3 \ldots.$$

ist, nach t differenzirt; also

$$w = \frac{d(1+\Delta t)}{dt} = a+2bt+3ct^2+\ldots.$$

Die folgende Tabelle giebt eine Vergleichung der Gröfsen m und w bei 11 Flüssigkeiten:

Name der Flüssigkeit.	t	wahrer Coefficient w.	mittlerer Coefficient m.	Differenz für 100°
Methylalkohol	— 35	0,001109738	0,001141901	— 2,82
	0	1185570	1185817	0,02
	63	1491250	1329747	+ 12,15
Amylalkohol	0	0890011	0889308	+ 0,08
	100	1339328	1068560	25,33
	131,8	1606382	1164842	37,91
Ethylalkohol	— 30	0944782	0997311	— 5,27
	0	1048630	1048663	0,00
	78,3	1347576	1195509	12,73
Ethylbromür	— 30	1290277	1269422	+ 2,40
	0	1337628	1338801	— 0,09
	40,7	1540060	1448731	+ 6,31
Methylbromür	0	1415206	1423544	— 0,59
	13	1559038	1493693	+ 4,38
Ethyljodür	— 30	1018046	1088924	— 6,51
	0	1142251	1134467	+ 0,68
	70	1480311	1263687	17,14
Methyljodür	— 35	1085098	1164759	— 6,84
	0	1199591	1199842	0,00
	43,8	1446938	1327135	+ 9,03
Buttersaures Methyl	0	1239896	1240223	— 0,03
	102,1	1776201	1440012	+ 23,35
Buttersaures Ethyl	0	1202792	1203358	— 0,08
	119	1534408	1439571	+ 6,55
Essigsaures Ethyl	— 40	1029108	1142608	— 9,93
	0	1258496	1258533	0,00
	74,14	1719623	1489001	+ 15,49
Essigsaures Methyl	— 30	1132859	1232491	— 8,09
	0	1295954	1295960	0,00
	59,5	1687434	1484159	+ 17,70

Hr. Pierre giebt hierauf eine zweite Tabelle, in welcher er die Flüssigkeiten nach 5 Gruppen geordnet zur Prüfung der Theorie von den äquidistanten Punkten zusammenstellt. Nimmt man nämlich bei den respektiven Kochpunkten der in einer Gruppe zusammengeordneten Flüssigkeiten, gleiche Volumina, so

sieht man aus der Tafel, daſs diese Volumina in gleichen Abständen von den Kochpunkten nahezu dieselben bleiben.

Temperaturabstände vom Kochpunkte.	Volumina bei äquidistanter Temperatur.	
Erste Gruppe: *Bromüre.*		
	Methylbromür.	Ethylbromür.
0°.0 .	1.0000	1.0000
10°.7 .	0.9844	0.9843
20°.7 .	0.9706	0.9703
30°.7 .	0.9569	0.9571
40°.7 .	0.9430	0.9443
48°.0 .	0.9330	0.9351
Zweite Gruppe: *Jodüre.*		
	Methyljodür.	Ethyljodür.
0° . .	1.0000	1.0000
20° . .	0.9733	0.9751
40° . .	0.9494	0.9514
60° . .	0.9272	0.9293
70° . .	0.9163	0.9187
Dritte Gruppe: *Acetate.*		
	Essigsaur. Methyl.	Essigsaur. Ethyl
0°.00 .	1.0000	1.0000
19°.14 .	0.9715	0.9712
39°.14 .	0.9442	0.9436
59°.14 .	0.9193	0.9182
79°.14 .	0.8957	0.8950
94°.14 .	0.8790	0.8790
Vierte Gruppe: *Butyrate.*		
	Buttersaur. Methyl.	Buttersaur. Ethyl.
0° . .	1.0000	1.0000
19° . .	0.9720	0.9738
39° . .	0.9451	0.9459
59° . .	0.9203	0.9198
79° . .	0.8972	0.8962
99° . .	0.8752	0.8745
119° . .	0.8537	0.8537

Fünfte Gruppe: *Alkohole.*

	Methylalkohol.	Amylalkohol.	Ethylalkohol.
0.0 .	1.0000	1.0000	1.0000
11.8 .	0.9838	0.9841	0.9856
21.8 .	0.9709	0.9715	0.9736
31.8 .	0.9586	0.9596	0.9624
41.8 .	0.9467	0.9483	0.9516
51.8 .	0.9352	0.9375	0.9409
81.8 .		0.9082	0.9111
106.8 .		0.8867	0.8883

In der 3ten Abhandlung über die Ausdehnung der Flüssigkeiten vergleicht Hr. Pierre Gruppen von isomeren Körpern und von solchen, die durch Vereinigung eines bestimmten Elementes mit isomorphen Elementen entstehen. Er stellt nach dieser Eintheilung zwei Kathegorien mit 9 Gruppen auf. Die erste Kathegorie umfafst die Körper welche durch Vereinigung von Chlor oder Brom mit einer einfachen Substanz, wie Phosphor, Arsenik, Zinn, Titan, Silicium, entstanden sind. Die Verbindungen dieser Kathegorie sind wenig zahlreich, wenn sie in etwas grofser Menge und mit völliger Reinheit dargestellt werden sollen. Es sind:

Erste Gruppe:

Protochlorure de phosphore
Protobromure de phosphore.

Zweite Gruppe:

Protochlorure de phosphore
Protochlorure d'arsenic.

Dritte Gruppe:

Bichlorure d'étain
Bichlorure de titane.

Vierte Gruppe:

Chlorure de silicium
Bromure de silicium.

Die zweite Kathegorie wird von den Körpern gebildet, welche aus der Verbindung von Chlor, Jod oder Brom mit einer zusammengesetzten Substanz, wie Ethyl oder Methyl, hervorgehen. Hr. Pierre hat von diesen Verbindungen folgende 5 Gruppen untersucht:

Fünfte Gruppe:
Chlorure d'éthyle
Bromure d'éthyle.

Sechste Gruppe:
Chlorure d'éthyle
Jodure d'éthyle.

Siebente Gruppe:
Bromure d'éthyle
Jodure d'éthyle.

Achte Gruppe:
Bromure de méthyle
Jodure de méthyle.

Neunte Gruppe:
Chlorhydrate de chlorure d'aldéhydène (liqueur des Hollandais)
Bromhydrate de bromure d'aldéhydène (liqueur des Hollandais au brome).

Ueber diese Verbindungen stellt Hr. Pierre folgendes Gesetz auf. Zwei Flüssigkeiten welche aus der Vereinigung eines gemeinschaftlichen Elementes mit isomeren Substanzen hervorgehen, befolgen, wenn man von ihren Kochpunktstemperaturen ausgeht, sehr verschiedene Gesetze der Ausdehnung d. h. für sie ist das Gesetz der äquidistanten Punkte nicht gültig.

In der vollständigen Abhandlung, deren Bekanntmachung noch zu gewärtigen ist, wird Hr. Pierre die Ausdehnung der genannten Flüssigkeiten genauer angeben; in dem Auszuge in den C. R. ist nur die folgende Tabelle enthalten, welche für *eine* Temperatur die Ungültigkeit des erwähnten Gesetzes erkennen läfst.

Gruppe.	Name der Flüssigkeiten.	Kochpunkts-Temperatur.	Volumen beim Kochpunkt.	Distanz vom Kochpunkt.	Volumen bei dieser Distanz.	Differenz.
1.	Phosphorchlorid Phosphorbromid	78°.34 175°.30	1.0000 1.0000	100°	0.8851 0.9100	0.0249
2.	Phosphorchlorid Arsenikchlorid	78°.38 133°.81	1.0000 1.0000	100°	0.8851 0.8973	0.0122
3.	Doppel-Zinnchlorure Doppel-Titanchlorure	115°.40 136°.00	1.0000 1.0000	100°	0.8815 0.8965	0.0150
4.	Kieselchlorure Kieselbromure	59°.00 153°.30	1.0000 1.0000	90°	0.8796 0.9156	0.0360
5.	Ethylchlorure Ethylbromure	11°.00 40°.70	1.0000 1.0000	35°	0.9485 0.9516	0.0031
6.	Ethylchlorure Ethyljodure	11°.00 70°.00	1.0000 1.0000	35°	0.9485 0.9527	0.0087
7.	Ethylbromure Ethyljodure	40°.70 70°.00	1.0000 1.0000	70°	0.9091 0.9187	0.0096
8.	Methylbromure Methyljodure	13°.00 43°.80	1.0000 1.0000	40°	0.9438 0.9494	0.0056
9.	Holländ. Flüss. mit Chlor - - - Brom	84°.92 132°.60	1.0000 1.0000	100°	0.8868 0.8990	0.0122

Aus dieser Tabelle ist sonst noch zu ersehen, dafs im Allgemeinen in jeder Gruppe diejenige Flüssigkeit die ausdehnsamste ist, deren Kochpunkt am niedrigsten liegt.

Von der Abhandlung des Hrn. Pierre: „Untersuchungen über die physikalischen Eigenschaften der Flüssigkeiten und besonders über ihre Ausdehnung" ist bis jetzt nur der Titel bekannt geworden.

Ch. Langberg. Ueber das specifische Gewicht der Schwefelsäure bei verschiedenen Verdünnungsgraden.

Um den Procentgehalt einer verdünnten Schwefelsäure an wasserfreier Säure durch das specifische Gewicht erkennen zu können, sind von verschiedenen Gelehrten Untersuchungen vorgenommen worden. Ure stellte nach seinen Beobachtungen die Formel

$$p = 285 \log s$$

auf, wo s das specifische Gewicht, p den Procentgehalt an wasserfreier Säure bedeuten.

Hr. Langberg findet, dafs diese Formel sich den Versuchen nicht genügend anschliefst und berechnet die Constanten einer Formel

$$s = 1 + ap + bp^2 + cp^3 + dp^4 \ldots.$$

wo s das specifische Gewicht und p die Menge wasserfreier Säure in 1 Theile der Mischung bedeutet. Er findet für die Constanten

$$(1) \quad \begin{aligned} a &= +1.0177175 \\ b &= -1.5897047 \\ c &= +4.9808776 \\ d &= -3.6287080. \end{aligned}$$

Diese Constanten geben wie eine Tabelle beweist das specifische Gewicht der höheren Concentrationsgrade gut wieder.

Für die Werthe von $p = 0$ bis $p = 0{,}57$ berechnet Hr. Langberg die wahrscheinlichsten Werthe der Constanten

$$(2) \quad \begin{aligned} a &= +0.8358559 \pm 0.0030182 \\ b &= +0.0894304 \pm 0.0163718 \\ c &= +0.4867978 \pm 0.0218632 \\ d &= -0.0038314 \pm 0.0059963. \end{aligned}$$

Weil ferner die logarithmische Formel ihrer Einfachheit wegen viele Vorzüge hat, so berechnete Hr. Langbesg auch in dieser

$$\log s = ap$$

den wahrscheinlichsten Werth von a aus 70 Beobachtungen. Er findet

$$(3) \quad a = 0.3515280 \pm 0.0002102.$$

Nach 38 Versuchen von Parkes ergiebt sich

$$a = 0.282437 \pm 0.000318$$

und nach 30 Versuchen von Ure:

$$a = 0.285432 \pm 0.000236.$$

Für die 20 schwächsten Verdünnungen endlich berechnet Herr Langberg den Werth der Constanten in der Mischungsformel

$$s = \frac{1}{1 - ap}$$

und findet als wahrscheinlichsten Werth

$$(4) \quad a = 0.7630667 \pm 0.0020280.$$

Die folgende Tabelle giebt das beobachtete und das nach den Formeln (1) (2) (4) berechnete specifische Gewicht der Mischung bei $+15^{\circ}\frac{4}{9}$ C. an.

Schwefelsäurehydrat in 100 Theilen.	Wasserfreie Säure in 100 Theilen = 100 *p*.	Beobachtetes specifisches Gewicht.	Berechnetes specifisches Gewicht		
			n. Formel (1)	n. Formel (2)	n. Formel (4)
100	81.540	1.8485	1.8279		
99	80.743	1.8475	1.8302		
98	79.909	1.8460	1.8319		
97	79.094	1.8439	1.8330		
96	78.278	1.8410	1.8328		
95	77.463	1.8376	1.8326		
94	76.648	1.8336	1.8316		
93	75.832	1.8290	1.8283		
92	75.017	1.8233	1.8242		
91	74.202	1.8179	1.8210		
90	73.386	1.8115	1.8114		
89	72.570	1.8043	1.8101		
88	71.755	1.7962	1.8025		
87	70.939	1.7870	1.7929		
86	70.124	1.7774	1.7828		
85	69.309	1.7673	1.7719		
84	68.493	1.7570	1.7609		
83	67.678	1.7465	1.7496		
82	66.863	1.7360	1.7386		
81	66.047	1.7245	1.7257		
80	65.232	1.7120	1.7111		
79	64.417	1.6993	1.6961		
78	63.601	1.6870	1.6821		
77	62.786	1.6750	1.6689		
76	61.970	1.6630	1.6556		
75	61.155	1.6520	1.6446		
74	60.340	1.6415	1.6345		
73	59.524	1.6321	1.6264		
72	58.709	1.6204	1.6144		
71	57.893	1.6090	1.6028		
70	57.078	1.5975	1.5909	1.59634	
69	56.262	1.5868	1.5808	1.58490	
68	55.447	1.5760	1.5703	1.57357	
67	54.632	1.5648	1.5592	1.56237	
66	53.816	1.5503	1.5413	1.55127	
65	53.001	1.5390	1.5299	1.54031	
64	52.185	1.5280	1.5191	1.52945	
63	51.370	1.5170	1.5082	1.51871	
62	50.555	1.5066	1.4985	1.50807	
61	49.739	1.4960	1.4882	1.49754	
60	48.924	1.4860	1.4793	1.48713	
59	48.109	1.4760	1.4701	1.47681	
58	47.293	1.4660	1.4609	1.46661	
57	46.478	1.4560	1.4503	1.45650	
56	45.662	1 4460	1.4421	1.44650	
55	44.847	1.4360	1.4328	1.43660	
54	44.032	1.4265	1.4243	1.42679	
53	43.216	1.4170	1.4156	1.41708	
52	42.401	1.4073	1.4065	1.40747	

Schwefelsäurehydrat in 100 Theilen.	Wasserfreie Säure in 100 Theilen = 100 p.	Beobachtetes specifisches Gewicht.	Berechnetes specifisches Gewicht		
			n. Formel (1)	n. Formel (2)	n. Formel (4)
51	41.585	1.3977	1.3975	1.39795	
50	40.770	1.3884	1.3888	1.38853	
49	39.955	1.3788	1.3796	1.37919	
48	39.139	1.3697	1.3711	1.36994	
47	38.324	1.3612	1.3638	1.36079	
46	37.508	1.3530	1.3569	1.35171	
45	36.693	1.3440	1.3484	1.34272	
44	35.878	1.3345	1.3386	1.33381	
43	35.062	1.3255	1.3300	1.32499	
42	34.247	1.3165	1.3207	1.31624	
41	33.431	1.3080	1.3127	1.30738	
40	32.616	1.2999	1.3053	1.39898	
39	31.801	1.2913	1.2967	1.29043	
38	30.985	1.2826	1.2878	1.28202	
37	30.170	1.2740	1.2789	1.27365	
36	29.354	1.2654	1.2700	1.26535	
35	28.539	1.2572	1.2617	1.25712	
34	27.724	1.2490	1.2534	1.24895	
33	26.908	1.2409	1.2450	1.24085	
32	26.093	1.2334	1.2378	1.23282	
31	25.277	1.2260	1.2307	1.22484	
30	24.462	1.2184	1.2231	1.21693	
29	23.646	1.2108	1.2153	1.20908	
28	22.831	1.2032	1.2075	1.20128	
27	22.016	1.1956	1.1996	1.19354	
26	21.200	1.1876	1.1908	1.18586	
25	20.385	1.1792	1.1811	1.17822	
24	19.570	1.1706	1.1709	1.17064	
23	18.754	1.1626	1.1619	1.16311	
22	17.399	1.1549	1.1534	1.15563	
21	17.124	1.1480	1.1465	1.14819	
20	16.308	1.1410	1.1393	1.14080	1.14212
19	15.493	1.1330	1.1301	1.13345	1.13407
18	14.673	1.1246	1.1200	1.12614	1.12612
17	13.862	1.1165	1.1105	1.11888	1.11829
16	13.046	1.1090	1.1023	1.11165	1.11056
15	12.231	1.1019	1.0948	1.10446	1.10294
14	11.416	1.0953	1.0884	1.09731	1.09542
13	10.600	1.0887	1.0819	1.09019	1.08801
12	9.785	1.0809	1.0731	1.08310	1.08069
11	8.969	1.0743	1.0667	1.07604	1.07347
10	8.154	1.0682	1.0614	1.06901	1.06635
9	7.339	1.0614	1.0548	1.06201	1.05932
8	6.523	1.0544	1.0478	1.05504	1.05238
7	5.708	1.0477	1.0417	1.04809	1.04554
6	4.892	1.0405	1.0344	1.04116	1.03878
5	4.077	1.0336	1.0280	1.03426	1.03211
4	3.262	1.0268	1.0219	1.02737	1.02552
3	2.446	1.0206	1.0172	1.02051	1.01902
2	1.631	1.0140	1.0118	1.01366	1.01260
1	0.815	1.0074	1.0066	1.00682	1.00626
	0.000	1.0000	1.0000	1.00000	1.00000

Dr. G. Karsten.

6. Maafs und Messen.

E. Sacré. Sur une balance de précision. Bull. de Brux. XII. 1. 17*.

H. Grissell und J. L. Lane. Verbesserungen an Schnellwagen und Brückenwagen. Dingl. p. J. C. 259*.

Burg. Ueber einen Dynamograph zur Bestimmung der Widerstände und Zugkräfte aller Art. Pol. Notizbl. I. No. 5. p. 69*.

Dumont. Appareil propre à mesurer de très-petits différences de pression manométriques. Bull. d. Brux. XIII. 1. 687*.

Moussard. Regulateur dynamométrique à action instantanée. C. R. XXIII. 104*; Inst. No. 654. p. 238*.

Beuvière. Nouveau planimètre. C. R. XXII. 466*; Inst. No. 637. p. 90*; Bull. d. l. s. d'enc. 1846. p. 185*.

Brunner. Hypsogonimètre. C. R. XXIII. 418*; Inst. No. 660. p. 287*.

A. Martins. Ueber Entfernungsmesser, vorzugsweise in Bezug auf militärische Zwecke. Berl. Gew. Bl. XVIII. 185. und 201*.

de Lagny. Method of measuring angles with its application. Mech. mag. XLIV. 465*.

Earl's goniometricon. Mech. mag. XLV. 468*.

Mattei. Appareil pour fair connaître la direction et la durée des courants dans un milieux liquide et gazeux. C. R. XXIII. 457* et 544*.

Das Princip der Waage des Hrn. Sacré ist nach dem Bericht der Herren de Koninck und Stas in dem Bull. de Brux. nicht neu.

Auf die Beschreibung der von den Herren Grissell und Lane vorgeschlagenen Schnellwaagen und Brückenwaagen, sowie auf die des Dynamographen von Herrn Burg, kann hier nicht näher eingegangen werden, da diese Apparate nur für den practischen Gebrauch bestimmt sind, und kein physikalisches Interesse darbieten. —

Dem von Hrn. Dumont erfundenen Apparat um sehr kleine Unterschiede des manometrischen Druckes zu messen, giebt

Hr. Crahay in dem Bull. de Brux. ein so wohl motivirtes Zeugnifs seiner praktischen Unzulänglichkeit, dafs eine Beschreibung desselben füglich übergangen werden kann.

Hrn. Moussard's Dynamometer-regulator ist in den C. R., so wie im Inst. ohne Beschreibung nur angezeigt.

Die C. R. enthalten das Gutachten einer Commission, bestehend aus den Herren Laugier, Francoeur u. Morin über das neue Planimeter von Beuvière, über welches schon im vorigen Jahrgange p. 580 berichtet worden ist.

Hrn. Brunner's Hypsogoniometer ist in den C. R. nur angezeigt.

A. Martins. Ueber Entfernungsmesser.

Das Instrument besteht aus einem Fernrohre und zwei Prismen, von denen das eine vor dem Fernrohre befestigt ist, während das andere senkrecht unter dem ersteren sich um einen festen Punkt dreht. Die Anordnung der Prismen ist so, dafs das vom untern reflektirte Bild zum oberen gelangt und von dort in das Fernrohr zum Auge des Beobachters zurückgeworfen wird.

Man beobachtet das Objekt direkt durch das Fernrohr, und dreht dabei das untere Prisma an einem getheilten Mikrometerkopfe bis das reflektirte und das direkt gesehene Object zusammenfallen. Hieraus ergiebt sich, dafs man in einem rechtwinkligen Dreiecke die eine Cathete kennt (den Abstand der beiden Prismen) und einen Winkel (durch die Drehung des unteren Prisma's), wodurch die andere Cathete (die Entfernung) zu finden ist. Der Kopf der Mikrometerschraube ist zur Erleichterung für die Praxis empirisch für Entfernungen eingetheilt. Hr. Martins giebt an,

dafs sich vermittelst dieses Instrumentes Entfernungen bis zu 1200 Schritt innerhalb 25 Schritt sicher bestimmen lassen.

Hrn. de Lagny's elementare und nur annähernde Methode der Winkelmessung verdient nicht näher berücksichtigt zu werden.

Das Goniometer von Herrn Earl ist bestimmt, um perspektivische Zeichnungen mit Genauigkeit anzufertigen. Das Instrument ist nichts mehr als ein gewöhnlicher Transporteur mit zwei beweglichen Zeigern, vermittelst welcher man den scheinbaren Unterschied der Höhe zweier Puncte einstellen kann.

Hr. Mattei legte der Paris. Akad. das Modell und die Beschreibung eines Apparates vor, der dazu bestimmt ist, die Richtung und die Dauer der Strömungen in flüssigen und gasförmigen Mitteln anzugeben. In den C. R. ist nur diese Notiz enthalten, das Gutachten einer Commission mufs erst erwartet werden.

Dr. G. Karsten.

---

7. Statik und Dynamik.

a. Theorie.

G. W. Hearn. On the composition and resolution of forces. Phil. mag. XXIX. 258*.

A. F. Möbius. Elementare Herleitung des Newton'schen Gesetzes aus den Kepler'schen Gesetzen der Planetenbewegung. Crelle. J. XXXI. S. 174*.

Passot. Théorie des forces centrales. C. R. XXIII. 196, 369, 481, 640*; Inst. No. 656. p. 253*.

Laurent. Application de l'analyse mathématique à la physique. C. R. XXIII. 974*; Inst. 673. p. 391.

b. Angewandte Mechanik.

Liagre. Sur les oscillations du niveau à bulle d'air. Inst. No. 590. p. 145*.

Peltier. Sur la cause des oscillations du niveau à bulle d'air. Inst. No. 592. p. 159*.

J. Belli. Lettre au sujet de la note de Mr. Liagre sur les oscillations du niveau à bulle d'air. Bull. d. Brux. XII. 1. 537*; Inst. No. 636. p. 86*.

Duhamel. Rapport sur un mémoire de ballistique de Mr. Didion. C. R. XXII. 528*; Inst. No. 638. p. 97; (s. a. Berl. Ber. I. 77*.)

P. W. Barlow. Investigation of the power consumed in overcoming the inertia of railway trains etc. Phil. mag. XXIX. 51*; Dingl. p. J. CI. 477*; Inst. No. 662. p. 307.

Oersted. Sur la déviation de la perpendiculaire des corps soumis à l'action de la pésanteur. Inst. No. 679. p. 7*; Sillim. J. 1845. III. 138; Athen 1845.

A. Theorie.

Hearn. Ueber die Zusammensetzung und Zerlegung der Kräfte.

Hr. Hearn giebt folgende Sätze zur Begründung der Mechanik:

1. Gleiche Kräfte sind solche, welche an demselben Punkte in entgegengesetzten Richtungen angebracht, Gleichgewicht hervorbringen.

2. Die Resultante einer Anzahl von Kräften, welche auf einen Punkt wirken, ist eine einzelne Kraft, welche denselben Druck in derselben Richtung hervorbringen würde.

3. Wenn zwei gleiche Kräfte unter einem Winkel auf einen Punkt wirken, so liegt ihre Resultante in der Ebene derselben und hälftet den von ihren Richtungen gebildeten Winkel. —

— Die Hälfte der Resultante dieser beiden gleichen Kräfte heifst *Componente* von einer derselben in Bezug auf die Richtung jeder Resultante.

4. Wenn eine Anzahl von Kräften auf einen Punkt wirkt, und eine gerade Linie durch diesen Punkt gezogen wird, ferner Ebenen gelegt werden durch diese Linie und die Richtungen der Kräfte, und wenn in jeder Ebene an den Punkt eine neue

Kraft angebracht wird, welche der Kraft in derselben Ebene gleich ist, und auf der andern Seite jener geraden Linie denselben Winkel mit ihr bildet: — so hat man ein System von Kräften, welches das supplementare des ursprünglichen genannt wird.

5. Ein System von Kräften, die auf einen Punkt wirken, ist im Gleichgewicht, wenn ihre Resultante Null ist.

6. *Lehrsatz.* Wenn ein System von Kräften im Gleichgewicht ist, so ist die Summe ihrer Componenten in Bezug auf eine durch ihren Angriffspunkt gelegte Linie gleich Null.

Ist das System im Gleichgewichte, so wird auch das Supplementar-System im Gleichgewichte sein; denn das letztere ist nichts anders, als das ursprüngliche um 180° rund um die Linie gedrehte System. Wenn 2 Systeme untereinander im Gleichgewicht sind, so ist ihre Resultante nothwendig Null. Ihre Resultante besteht aber aus der algebraischen Summe der einzelnen Resultanten von den Paaren gleicher Kräfte, welche nicht allein in der durch die gerade Linie gehenden Ebene liegen, sondern in jener geraden Linie selbst. Die Hälfte der Resultante ist daher die Summe der Componenten des gegebenen Systems.

7. *Lehrsatz.* Die Kraft P bilde mit der durch den Angriffspunkt gezogenen Linie den Winkel θ, so ist ihre Componente in Bezug auf diese Linie $= P.f\theta$; es wird behauptet $f\theta = \cos\theta$.

Aus der Definition der Componente folgt, dafs $f\theta = 1$, wenn $\theta = 0$, und $f\theta = 0$, wenn $\theta = \frac{\pi}{2}$ und dafs ferner θ nicht 0 sein kann, wenn $\theta < \frac{\pi}{2}$. Es mögen 3 Kräfte P, Q, R in einer Ebene an einem Punkte wirken und im Gleichgewicht sein.

Mit der durch den Angriffspunkt gehenden Linie bilden sie beziehlich die Winkel θ, $\alpha+\theta$, $\beta+\theta$, so ist die Summe der Componenten: $Pf\theta + Qf(\alpha+\theta) + Rf(\beta+\theta) = 0$.

Daraus für $\theta = 0$

$$1.\quad Pf0 + Qf\alpha + Rf\beta = 0.$$

Aus dieser Gleichung erhält man durch Differentiation:

$$2.\quad Pf'0 + Qf'\alpha + Rf'\beta = 0,$$

$$3.\quad Pf''0 + Qf''\alpha + Rf''\beta = 0.$$

Werden die Gleichungen 1 und 2 mit unbestimmten Coëffizienten multiplizirt und dann die Gleichungen addirt, so kann man durch angemessene Wahl der Coëffizienten diese beiden Gleichungen erhalten: $f''\alpha + \lambda f'\alpha + \mu f\alpha = 0$ und $f''\beta + \lambda_1 f'\beta + \mu_1 f\beta = 0$ oder allgemein $f''\theta + \lambda f'\theta + \mu f\theta = 0$.

Daraus leitet man ab

$$f\theta = Ae^{a\theta} + Be^{b\theta},$$

wo a und b die Wurzeln von $x^2 + \lambda x + \mu = 0$ sind.

Setzt man nun, weil $f\theta$ periodisch und also a und b imaginär sein muſs:

$$a = m + n\sqrt{-1},$$
$$b = m - n\sqrt{-1},$$

so ist $f\theta = e^{m\theta}(A\cos n\theta + B\sin n\theta)$.

Damit dies periodisch sei, muſs $m = 0$ sein, also

$$f\theta = A\cos n\theta + B\sin n\theta.$$

Für $\theta = 0$ ist $f\theta = 1$, also $A = 1$,

- $\theta = \frac{\pi}{2}$ - $f\theta = 0$, - $B = 0$.

mithin $f\theta = \cos n\theta$.

Hier ist $\cos n\theta = 0$ für $n\theta = \frac{\pi}{2}$ oder $\theta = \frac{1}{n}.\frac{\pi}{2}$, es kann aber $f\theta$ nicht gleich 0 sein für $\theta < \frac{\pi}{2}$, also muſs $n = 1$ sein, so daſs also

$$f\theta = \cos\theta.$$

Möbius. Elementare Herleitung des Newton'schen Gesetzes aus den Kepler'schen Gesetzen.

Eine Ellipse kann als rechtwinklige Projection eines Kreises angesehen werden und zwar so, daſs der Sinus der Neigung beider Ebenen gleich ist der Excentrizität der Ellipse. Hr. Möbius betrachtet nun P — Ort des Planeten in der Ellipse — als Projection von Q — Ort des im Kreise sich bewegenden Planeten und erhält die Proportion $k^2 : c^2 = a : p$, wo k und c die doppelte Flächengeschwindigkeit im Kreise und in der Ellipse sind, ferner a und p die halbe groſse Axe und der halbe Parameter. Nach dem zweiten Kepler'schen Gesetze ist c constant, also ist auch k constant. — Es wird darauf durch Anwendung der ersten Sätze der Mechanik die Kraft W bestimmt, welche die Kreisbewegung hervorbringt, deren Projection V ist, die in der Ellipse wirkende Kraft

$$V = \frac{c^2}{p}.\frac{1}{SP^2}$$

d. h. die Kraft, welche einen Planeten nach der Sonne treibt, ist umgekehrt proportional dem Quadrate seiner Entfernung von

SP, und dieses nicht blos für einen und denselben Planeten, sondern auch von einem zum andern, weil das Verhältnifs $c^2:p$ in Folge des dritten KEPLER'schen Gesetzes von einer Planetenbahn zur andern constant ist.

PASSOT. Theorie der Centralkräfte.

Herr M. PASSOT hatte behauptet, dafs bei der Theorie der Centralkräfte nicht die Zeit als unabhängige Variable eingeführt werden dürfe. Er suchte dies apagogisch zu beweisen. Eine von der Pariser Akademie gewählte Commission fand aber im Calcul des Herrn PASSOT Fehler vor, welche dann den übrigen Theil unnütz machten. Diese Fehler bestanden darin, dafs versteckter Weise $\infty - \infty = 0$ und ein anderes Mal $0.0.\infty = 0$ gesetzt war, während die betreffenden Functionen bei besonderer Untersuchung endliche Werthe erhielten.

Herr LAURENT berichtet, er sei durch Rechnung zu dem Resultate gelangt, dafs — wenn die allgemeine Attraction sich auch mit einer noch so grofsen Schnelligkeit verbreite — der Magnetismus nur polarisirte Schwere sei und dafs seine täglichen, jährlichen oder secularen Aenderungen durchaus analog seien den Veränderungen, welche bei den Phänomenen des Lichts durch Rotation der Polarisationsebene entstehen. (!)

B. Angewandte Mechanik.

Herr LIAGRE macht darauf aufmerksam, dafs die Luftblase einer Libelle, — wenn das eine Ende der Röhre durch eine Wärmequelle mehr als das andere erwärmt wird, — dem erwärmten Ende zuläuft. Er schlofs deshalb das Ganze in eine zweite Röhre und füllte den Zwischenraum mit Flüssigkeit aus; es zeigte sich alsdann, dafs die Bewegung der Blase bei weitem geringer war, und dafs dieselbe sogar als Null betrachtet werden konnte, wenn die umschliefsende Flüssigkeit gefärbt war,

indem durch die Umhüllung viele Wärmestrahlen absorbirt werden. Die Erklärung, welche Herr Peltier von der Bewegung der Luftblase giebt, ist folgende. So lange keine Erwärmung eines Endes statt findet, ist die Attraction des Wassers oder Alcohols an Glas überall dieselbe; wenn aber das eine Ende erwärmt wird, wird dort die Attraction des Wassers an Glas geschwächt, so dafs zu beiden Seiten der Blase zwei ungleiche Kräfte auf die Blase wirken, daher mufs sich dieselbe von der Seite, wo die stärkere Kraft drückt, nach der andern bewegen, wo die schwächere drückt, also nach dem erwärmten Ende. — Wendet man statt des Wassers Quecksilber an, so zeigt sich auch eine Bewegung der Luftblase, aber im entgegengesetzten Sinne. Dies erklärt sich daraus, dafs die Wände der Röhre mit einer Schicht Wasserdampf bedeckt sind und das Quecksilber eine bedeutende Attractionskraft zum Glase hat. Eine Erwärmung vermindert die Attraction des Glases zum Wasserdampf und macht auch die Schicht desselben dünner, so dafs die Attraction von Quecksilber und Glas stärker wird, mithin läuft die Blase jetzt nach dem nicht erwärmten Ende. — Herr Belli bemerkt darauf, dafs er schon im *Giornale di fisica etc. de Brugnatelli*, 1827. p. 402 auf diese Erscheinung aufmerksam gemacht, und dieselbe Erklärung wie Herr Peltier gegeben habe, auch sei dort von ihm für die Praxis die Nothwendigkeit gezeigt worden, die Libelle vor einer ungleichen Erwärmung zu bewahren, welche Vorsicht auch geschickte Ingenieure immer beobachtet hätten.

Aus dem Bericht, welchen Hr. Duhamel der Pariser Akademie über die Arbeit des Hrn. Didion abgestattet hat, ist Nichts zu entnehmen, was der im vorigen Jahresberichte enthaltenen Notiz hinzugefügt werden könnte. Nach dem Beschlufs der Akademie wird die Arbeit des Hrn. Didion in den *Mémoires des savants étrangers* erscheinen, und werden wir dann auf dieselbe zurückkommen.

Hr. P. Barlow hat Untersuchungen über die Kraft angestellt, welche erforderlich ist, um die Trägheit der Eisenbahnzüge und den Widerstand der Luft gegen die Bewegung von Eisenbahnzügen bei grofsen Geschwindigkeiten zu überwinden.

Wir müssen es uns versagen, auf diese rein praktische Arbeit für diesmal näher einzugehen, zumal in dem uns vorliegenden Auszuge die Zahlenangaben der Beobachtungen nicht enthalten sind.

Dr. G. Spoerer.

---

8. Hydrostatik und Hydrodynamik.

A. Theorie.

E. Edlund. Conséquences nécessaires de l'équation de la continuité des fluides. Nov. act. soc. Ups. Vol. XVIII. fasc. I. p. 87*.

Morin. Note sur la jaugeage des dépenses d'eau, faites par des larges orifices. C. R. XXII. 511*; Inst. No. 638. p. 98*.

Morin. Expériences sur les roues à aubes courbes. C. R. XXII. 572*; Inst. No. 640. p. 118*.

Baumgarten. Expériences sur le moulinet de Woltmann destiné à mesurer les vitesses de l'eau. C. R. XXII. 591*.

Boileau. Étude expérimentale sur le mouvement des cours d'eau. C. R. XXII. 212*; Inst. No. 632. p. 53*.

Boileau. Recherches expérimentales sur le régime des cours d'eau. C. R. XXIII. 137*; Inst. No. 655. 245*.

Barré de Saint-Venant. Note relative aux recherches expérimentales de Mr. Boileau sur la distribution des vitesses dans les cours d'eau. C. R. XXII. 609*.

Barré de Saint-Venant. Solution d'un paradoxe, proposé par d'Alembert aux géomètres. Inst. No. 638. p. 100*; C. R. XXIV. 243*.

Barré de Saint-Venant. Sur la résistance des fluides. Inst. No. 648. p. 188*.

Barré de Saint-Venant. Résistance des fluides. Inst. No. 660. p. 287*.

Barré de Saint-Venant. Note sur la détermination expérimentale des forces rétardatrices du mouvement des liquides. C. R. XXII. 307*.

Barré de Saint-Venant. Frottement et action latérale des fluides. Inst. No. 641. p. 128*.

Barré de Saint-Venant. Mémoire sur la perte de force vive d'un fluide. C. R. XXIII. 147*; Inst. No. 655. p. 247*.

G. G. Stokes. Report on recent researches in hydrodynamics. Rep. of the Brit. Afs. XVI. 1*; Inst. No. 688. p. 356*; Athen 1846.

Matteucci. Examen de la constitution de la partie trouble de la veine liquide. C. R. XXII. 260*; Inst. No. 632. p. 51*.

De Caligny. Sur le mouvement des ondes. Inst. No. 651. p. 217.

De Caligny. Vibrations des veines liquides. Inst. No. 658. p. 271*.

De Caligny. Ondes. Inst. No. 660. p. 288.

De Caligny. Ondes. Inst. No. 676. p. 419.

Plateau. Ueber die Erscheinungen bei einer freien und der Einwirkung der Schwere entzogenen Masse. Pogg. Ann. LV. 517. LVI. 167. Ergzgsbd. II. 249.*; Mém. de Brux. XVI.

Lagrange hat zuerst in die Hydrodynamik die Hypothese eingeführt, dafs bei der Bewegung von Flüssigkeiten diejenigen Theile derselben, die an den Wänden des Gefäfses oder an der freien Oberfläche sich befinden, auch während der Bewegung mit jenen in Berührung, oder auf dieser bleiben; Svanberg[1] zeigte, dafs die Richtigkeit dieser Hypothese sich für nicht zusammendrückbare Flüssigkeiten aus der Gleichung der Continuität erweisen lasse, so lange die Begrenzung des Gefäfses eine Umdrehungsfläche ist. Hr. Edlund bewies sie später für nicht komprimirbare Flüssigkeiten bei jeder Form des Gefäfses, jetzt zeigt er, dafs sie als Gesetz für zusammendrückbare und nicht zusammendrückbare Flüssigkeiten so lange besteht, als bei der Bewegung derselben die Gleichung der Continuität als gültig angenommen werden kann. Der Gang seines Beweises ist in Kurzem Folgender:

Ist $L = 0$ die Gleichung der Fläche des Gefäfses, so sind die Cosinus der Winkel einer Normale mit den 3 Achsen proportional $\frac{dL}{dx}$, $\frac{dL}{dy}$, $\frac{dL}{dz}$; auf dieser Normale soll die Bewe-

[1] Kongl. Vet. Ac. Handl. 1839. 139*.

gung eines Partikelchens senkrecht stehen; sind also u, v, w seine Geschwindigkeiten längs den Achsen, so wird die Bedingungsgleichung:

$$\frac{dL}{dx}\cdot u+\frac{dL}{dy}\cdot v+\frac{dL}{dz}\cdot w = 0.$$

Setzt man für die Wände des Gefäfses $x = R\cdot\cos\theta$, $y = R\cdot\sin\theta$, für die Flüssigkeitstheilchen $x = r\cdot\cos\theta$, $y = r\cdot\sin\theta$, und bezeichnen μ, γ die Geschwindigkeit auf dem Radius vektor und die Winkelgeschwindigkeit um die Achse der z, μ_R, γ_R dieselben Gröfsen, und w_R die Geschwindigkeit parallel z der an der Fläche liegenden Flüssigkeitstheilchen, so geht nach der Umformung die Bedingungsgleichung über in:

$$\frac{dL}{dR}\cdot\mu_R+\frac{dL}{d\theta}\cdot\gamma_R+\frac{dL}{dz}\cdot w_R = 0,$$

oder wenn man bedenkt, dafs:

$$\frac{dR}{d\theta} = -\frac{\frac{dL}{d\theta}}{\frac{dL}{dR}} \quad \text{und} \quad \frac{dR}{dz} = -\frac{\frac{dL}{dz}}{\frac{dL}{dR}} \quad \text{in:}$$

$$(1.) \qquad -\mu_R+\gamma_R\cdot\frac{dR}{d\theta}+w_R\cdot\frac{dR}{dz} = 0.$$

Die Gleichung der Continuität für Polarkoordinaten heifst:

$$(2.) \qquad \frac{d\varrho}{dt}+\frac{d\cdot r\mu\varrho}{rdr}+\frac{d\cdot\varrho\gamma}{d\theta}+\frac{d\cdot\varrho w}{dz} = 0.$$

Denkt man sich nun im Gefäfs 2 parallele Ebenen senkrecht zur Achse der z, deren Entfernung dz, so mufs die Differenz der Flüssigkeitsmassen, die durch jene beiden Ebenen in der Zeit dt hindurchgehen, absolut genommen der Zu- oder Abnahme der Masse zwischen jenen Ebenen sein; bezeichnet man diese letztere mit $\psi(\varrho)$, die durch jene Ebenen gehenden Massen mit $\varphi(z)$ und $\varphi(z+dz)$, so hat man hiernach:

$$-[\varphi(z+dz)-\varphi(z)] = \psi(\varrho).$$

Das Zeichen — der linken Seite läfst sich leicht erklären; geht nämlich Flüssigkeit durch jene beiden Ebenen in der Richtung der positiven z, so sind $\varphi(z)$ und $\varphi(z+dz)$ beide positiv. Ist dann $\varphi(z+dz)>\varphi(z)$, so entsteht eine Verdünnung, also mufs

$\psi(\varrho)$ negativ sein; ähnlich kann man sich in allen andern Fällen Rechenschaft geben.

Bedenkt man nun, dafs: $\varphi(z+dz)-\varphi(z)=\frac{d\cdot\varphi(z)}{dz}\cdot dz$ und bildet die Funktionen φ und ψ, so findet man für die linke Gleichheitsseite:

$$-dt\cdot\frac{d\cdot\int_0^R\int_0^{2\pi}\varrho w r\cdot dr\cdot d\theta}{dz}\cdot dz,$$

und für die Zu- oder Abnahme der Massen zwischen beiden Ebenen:

$$dt\cdot\int_0^R\int_0^{2\pi}\frac{d\varrho}{dt}\cdot dz\cdot r dr\cdot d\theta$$

man hat also:

$$-dt\cdot\frac{d\cdot\int_0^{2\pi}\int_0^R\varrho w r dr\cdot d\theta}{dz}\cdot dz = dt\int_0^{2\pi}\int_0^R\frac{d\varrho}{dt}\cdot dz\cdot r dr\cdot d\theta$$

oder wenn ϱ_R die Dichtigkeit an den Grenzen darstellt, durch vollständige Differentiation des Integrals links nach Grenzen und Funktion:

$$-\int_0^{2\pi}\left[\int_0^R\frac{d\cdot\varrho w}{dz}r dr+\varrho_R\cdot w_R R\frac{dR}{dz}\right]d\theta$$
$$=\int_0^{2\pi}\int_0^R\frac{d\varrho}{dt}r dr d\theta.$$

Setzt man hierin den Werth von $\frac{d\varrho w}{dz}$ aus (2.), bedenkt, dafs: $\int_0^n\frac{d\cdot r\varrho\mu}{dr}dr=R\cdot\varrho_R\mu_R$ und ferner:

$$\int_0^R\frac{d\cdot\varrho\gamma}{d\theta}r dr=\frac{d\cdot\int_0^R\varrho\gamma r dr}{d\theta}-\varrho_R\gamma_R R\frac{d\cdot R}{d\theta},$$

so findet man:

$$\int_0^{2\pi}\varrho_R\cdot R\cdot\left(w_R\cdot\frac{dR}{dz}-\mu_R+\gamma_R\cdot\frac{dR}{d\theta}\right)d\theta$$
$$=\int_0^{2\pi}\frac{d\cdot\int^R\varrho\gamma r dr}{d\theta}\cdot d\theta.$$

γ ist im Allgemeinen eine Funktion von r, z, θ, t, die so beschaffen sein mufs, dafs für $\theta = 0$ und $\theta = 2\pi$ sie denselben Werth erhält, wenn r, z und t nicht variiren. Die rechte Seite der letzten Gleichung wird hierdurch Null, und man hat:

$$(3.)\quad \int_0^{2\pi} \varrho_R \cdot R\left(-\mu_R + \gamma_R \cdot \frac{dR}{d\theta} + w_R \cdot \frac{dR}{dz}\right) d\theta = 0.$$

Nennt man nun den vorläufig unbestimmten Winkel zwischen der Bewegung eines Partikels an der Grenze des Gefäfses mit der Normale an dieser Stelle, so findet man, wenn man den Cosinus dieses Winkels β in Polarkoordinaten ausdrückt, und λ die Totalgeschwindigkeit des Partikels ist:

$$\cos\beta = \frac{\pm\mu_R \frac{dL}{dR} + \gamma_R \cdot \frac{dL}{d\theta} + w_R \cdot \frac{dL}{dz}}{\lambda \cdot \sqrt{\left(\frac{dL}{dR}\right)^2 + \frac{1}{R^2}\left(\frac{dL}{d\theta}\right)^2 + \left(\frac{dL}{dz}\right)^2}}$$

$$= \frac{\mu_R - \gamma_R \cdot \frac{dR}{d\theta} - w_R \frac{dR}{dz}}{\pm\lambda \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{R^2} \cdot \left(\frac{dR}{d\theta}\right)^2 + \left(\frac{dR}{dz}\right)^2}}.$$

Ist die Form des Gefäfses nun eine solche, dafs einem bestimmten Werth von z und θ nur ein Werth von r entspricht, so folgt, dafs der Winkel, welchen der verlängerte Radius vektor mit dem innerhalb des Gefäfses befindlichen Theile der Normale bildet, immer stumpf, sein Cosinus $\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{R^2}\left(\frac{dR}{d\theta}\right)^2 + \left(\frac{dR}{dz}\right)^2}}$ daher stets negativ sein mufs; $\cos\beta$ ist nach derselben Betrachtung, wenn nicht Null, immer positiv, also seine Zähler stets von demselben Zeichen; hieraus folgt aber, dafs die Elemente des bestimmten Integrals in (3.) alle von gleichem Zeichen sind, die Gleichung (3.) also nicht bestehen kann, wofern nicht ist:

$$(4.)\quad -\mu_R + \gamma_R \cdot \frac{dR}{d\theta} + w_R \cdot \frac{dR}{dz} = 0,$$

welches die aufgestellte Bedingungsgleichung (1.) ist.

Für die Fälle, wo zu demselben Werthe von z und θ mehrere Werthe gehören, oder wo die Fläche des Gefäfses durch ein

System von Gleichungen dargestellt wird, reiht sich die Betrachtung der vorigen an; es soll daher nur noch der Beweis dafür betrachtet werden, dafs die Partikelchen der freien Oberfläche immer auf derselben bleiben müssen.

Denkt man sich die Achse der z bis zur freien Oberfläche geführt, um sie herum zwei Cylinder, deren Radien r und $r+dr$, so mufs wie vorher die Differenz der durch beide gehenden flüssigen Massen in der Zeit dt dem Zuwachs der Masse zwischen ihnen absolut genommen gleich sein. Ist daher $f(z_1, r, \theta, t) = o$ die Gleichung der freien Oberfläche und sind z, r, θ die laufenden Coordinaten der Wände und der Flüssigkeit, so giebt obige Bedingung ähnlich dem früheren

$$-dt \cdot \frac{d \cdot \int_0^{2\pi} \int_z^{z_1} \mu \varrho r \, dz \, d\theta}{dr} dr = \frac{d \cdot \int_0^{2\pi} \int_z^{z_1} \varrho r \, dr \, dz \, d\theta}{dt} \cdot dt$$

oder wenn ϱ_z, ϱ_{z_1}, μ_z, μ_{z_1} die Werthe von ϱ und μ an den Grenzen bedeuten, durch vollständige Differentiation des bestimmten Integrals nach Grenzen und Funktion:

$$-\int_0^{2\pi} \cdot \left[\mu_{z_1} \varrho_{z_1} r \frac{dz_1}{dr} - \mu_z \varrho_z r \frac{dz}{dr} + \int_z^{z_1} \frac{d(\mu \varrho r)}{dr} \cdot dz\right] d\theta$$

$$= \int_0^{2\pi} \left[\varrho_{z_1} r \cdot \frac{dz_1}{dt} + \int_z^{z_1} \frac{d\varrho}{dt} r \, dz\right] d\theta.$$

Eliminirt man hieraus $\frac{d \cdot \varrho r \mu}{r \, dr}$ mit Hülfe der Continuitätsgleichung; bedenkt man ferner dafs:

$$\varrho_{z_1} \gamma_{z_1} \frac{dz_1}{d\theta} - \varrho_z \cdot \gamma \cdot \frac{dz}{d\theta} - \frac{d \cdot \int_z^{z_1} \varrho \gamma \, dz}{d\theta} = -\int_z^{z_1} \frac{d \cdot \varrho \gamma}{d\theta} \cdot dz$$

und dafs vermöge der Beschaffenheit die Funktion γ des Integral $\int_0^{2\pi} \frac{d \cdot \int_z^{z_1} \varrho \gamma \, dz}{d\theta} \cdot d\theta$ gleich Null sein wird, so findet man als Endgleichung:

$$(5) \quad \int_0^{2\pi} \left[\varrho_{z_1} \left(\frac{dz_1}{dt} + \mu_{z_1} \frac{dz_1}{dr} + \gamma_{z_1} \frac{dz_1}{d\theta} - w_{z_1}\right)\right.$$

$$-\varrho_z\left(\mu_z\frac{dz}{dr}+\gamma_z\frac{dz}{d\theta}-w_z\right)\Big]d\theta=o.$$

Vermöge der Bedingung, daſs die Theilchen an den Wänden des Gefäſses an diesen bleiben müssen ist aber nach (4), wenn man mit $\frac{dz}{dr}$ multiplicirt:

$$-\mu_r\cdot\frac{dz}{dr}+\gamma_r\frac{dr}{d\theta}\frac{dz}{dr}+w_r\cdot\frac{dr}{dz}\cdot\frac{dz}{dr}=o.$$

Ist aber $F(r,\theta,z)=o$ die Gleichung der Gefäſswände, und differentirt man diese 3mal, jedesmal nach 2 Veränderlichen, so wird durch die hieraus erhaltenen Beziehungen zwischen den Werthen von $\frac{dr}{d\theta}$, $\frac{dz}{dr}$ und $\frac{dz}{d\theta}$ die letzte Gleichung übergehen in

$$-\mu_r\cdot\frac{dz}{dr}-\gamma_r\frac{dz}{d\theta}+w_r=o$$

oder für die Grenze die z

$$-\mu_z\cdot\frac{dz}{dr}-\gamma_z\frac{dz}{d\theta}+w_z=o$$

Hierdurch wird die oben abgeleitete Gleichung (5) reducirt auf:

$$(6)\qquad \int_0^{2\pi}\varrho_{z_1}\left(\frac{dz_1}{dt}+\mu_{z_1}\frac{dz_1}{dr}+\gamma_{z_1}\frac{dz_1}{d\theta}-w_{z_1}\right)=o.$$

Suchen wir nun die stattfinden sollende Gleichung. Sei $f(r,z_1,\theta,t)=o$ die Gleichung der freien Oberfläche zur Zeit t, so wird sie für die Zeit $t+dt$:

$$(7)\qquad f(z_1,\theta,r,t+dt)=o.$$

Die Coordinaten eines Partikels der Oberfläche, die vorher r, θ, z waren, sind nun:

$$r+\mu_{z_1}dt,\ \theta+\gamma_{z_1}dt,\ z_1+w_{z_1}dt;$$

sie müssen der letzten Gleichung genügen; es muſs also sein:

$$f(z_1 w_{z_1}dt,\ \theta+\gamma_{z_1}dt,\ r+\mu_{z_1}dt,\ t+dt)=o \text{ oder:}$$

$$f(z_1,r,\theta,t)+\left(\frac{df}{dz_1}\cdot w_{z_1}+\frac{df}{d\theta}\gamma_{z_1}+\frac{df}{dr}\mu_{z_1}+\frac{df}{dt}\right)dt=o$$

dies giebt, da $f(z,r,\theta,t)=$ Null war, die Bedingungsgleichung:

$$(8)\qquad \frac{df}{dz_1}w_{z_1}+\frac{df}{d\theta}\gamma_{z_1}+\frac{df}{dr}\mu_{z_1}+\frac{df}{dt}\cdot dt=o.$$

Ist das Gefäſs der Art daſs einem Werth von r und θ nur ein

Werth von z entspricht, so wird $\frac{df}{dz_1}$ sein Zeichen nicht wechseln, man findet daher durch Division mit $\frac{df}{dz_1}$

$$(9) \qquad \frac{-dz_1}{dt} - \mu_{z_1}\frac{dz_1}{dr} - \gamma_{z_1}\frac{dz_1}{d\theta} + w_{z_1} = o.$$

Gäbe es nun Theilchen der Flüssigkeit, die, nachdem sie zur Zeit t auf der freien Oberfläche gewesen, zur Zeit $t+dt$ sich nicht mehr auf derselben befänden, so müfste man sie jedenfalls zwischen der freien Oberfläche und der Ebene snchen, von wo aus die z gerechnet werden, woraus folgt, dafs wenn man die Coordinaten dieser Partikelchen nach und nach in die Gleichung (7) oder (8) substituirt, man immer Resultate, wenn diese nicht Null sind, von demselben Zeichen erhält; es werden daher auch die Elemente des bestimmten Integrals in (6) immer von einerlei Zeichen sein; es mufs daher, damit die Gleichung (6) bestehen kann,

$$\frac{dz_1}{dt} + \mu_{z_1}\frac{dz_1}{dr} + \gamma_{z_1}\frac{dz_1}{d\theta} - w_{z_1} = o \text{ sein.}$$

d. h. es wird der Bedingungsgleichung auch hier genügt, so lange die Gleichung der Continuität stattfindet.

Hr. Morin hat, vom Kriegsminister und der Akademie beauftragt, Versuche über einige hydraulische Maschinen zu leiten, die ihm hierzu gebotenen Mittel zugleich dazu benutzt, Versuche zur Bestimmung der Ausflufsmenge des Wassers durch Schutzöffnungen und über Wehre, namentlich zur Ermittelung der Werthe bestimmter, numerischer Coefficienten, anzustellen. Bei den Versuchen über Wehre fand er, dafs, wenn man die Formel $Q = m \cdot L \cdot H \cdot \sqrt{2gH}$ zu Grunde legt, in weleher L die Breite des Wehres, H die Höhe des über das Wehr fliefsenden Wassers, Q die abgeflossene Wassermenge bezeichnet, der Werth von m mit H wächst, eine Erscheinung, die darin ihre Erklärung findet, dafs bei gröfserem Druck ein Loslösen des Wassers von den Flächen des Wehres und somit eine Verminderung des von der Reibung herrührenden Widerstandes stattfindet. Wächst H

von $\overset{\text{mètres}}{0,03}$ bis $\overset{\text{m}}{0,10}$, so wächst *m* von 0,264 bis 0,448; von $H = \overset{\text{m}}{0,10}$ bis $H = \overset{\text{m}}{0,20}$ nimmt jedoch *m* nur bis 0,482 zu.

Die schwer zu messende Höhe *H* giebt aber durch ihr Vorkommen als $H^{\frac{3}{2}}$ bei kleineren Fehlern in ihrer Messung, gröſsere Fehler für *Q*; nicht so für Schutzöffnungen, für diese kommt *H* nur unter dem Quadratwurzelzeichen vor; lieſs Hr. Morin diese Höhe über dem Centrum der Oeffnung nur in sehr engen Grenzen variiren, so fand er, daſs die Menge *Q* des abgeflossenen Wassers der theoretischen Ausfluſsmeuge für gleiche Höhen der Schutzöffnungen mit der Zunahme der Breite derselben immer näher kommt; bei gleicher Breite aber das Verhältniſs beider von der Höhe der Oeffnung abhängt.

So giebt er für die Höhe der Oeffnungen

	von	$\overset{\text{m}}{0,20}$	$\overset{\text{m}}{0,10}$	$\overset{\text{m}}{0,05}$
für die Breite von $\overset{\text{m}}{0,200}$	$m =$	0,592	0,611	0,630
von $\overset{\text{m}}{1,496}$		0,675	0,679	0,729.

Im Allgemeinen sind seine Coefficienten gröſser als die gewöhnlich angenommenen, und sind dieselben von ihm in den praktischen Resultaten seiner Maschinenuntersuchungen auch in dieser Gröſse benutzt, daher der Nutzeffekt, den er angiebt, gewiſs als zuverlässig anzunehmen sein wird.

Im 2ten Aufsatze giebt nun Hr. Morin Resultate von Versuchen mit unterschlächtigen Rädern in der von Poncelet angegebenen Form mit gekrümmten Schaufeln. Hr. Morin machte bereits in einem im Jahr 1839 der Akademie eingereichten Mémoire auf die ungenügende Bestimmung des Verhältnisses verschiedener Theile solcher Räder aufmerksam, namentlich darauf, daſs die Breite der Schaufeln im Sinne des Radius in der Regel zu klein genommen werde, indem man sie nur als Funktion der Fallhöhe des Wassers, nicht aber zugleich der Geschwindigkeit des Rades und der Menge des ausgeflossenen Wassers ansehe. Bei geringer zufälliger Vergröſserung des Widerstandes innerhalb der Maschine, namentlich in dem Augenblick, wo das Getriebe in Gang gesetzt werden soll und wo man genöthigt ist,

den Schutz mehr aufzuziehen, also mehr Wasser zuzulassen, als während des Ganges, entsteht hierdurch der Nachtheil, daſs das Wasser über die Schaufeln tritt, das Rad hierdurch im Gange gehemmt wird, ja selbst still steht. Neben der Bestimmung richtiger Verhältnisse bezweckte Hr. Morin zugleich die Untersuchung einer neuen Form des Wassergerinnes, die, ebenfalls von Poncelet angegeben, darin besteht, daſs der Grund des Wasserbettes nicht gradlinigt, sondern in der Art gekrümmt geführt ist, daſs der Weg der auf dem Gerinne fortlaufenden Wasseradern an dem äuſsern Rande des Rades genau die Verlängerung der Schaufeln bildet, eine Einrichtung, deren Zweck ein mehr drükkendes Eintreten des Wassers auf das Rad, und somit das Vermeiden des durch das Schlagen der Schaufeln auf die Wasserfläche verussachten Verlustes an lebendiger Kraft ist.

Bei gehörigem Trägheitsmomente des Rades fand Hr. Morin, daſs der Theil der Krone des Rades, der in einer gewissen Zeit vor dem Gerinne vorbeigeht, also das Wasser aufnimmt, zur stabilen Bewegung doppelt so groſs sein muſs, als das Volumen des in derselben Zeit ausgeströmten Wassers. Die absolute Gröſse des Radius des Rades hatte keinen bedeutenden Einfluſs. Die neue Poncelet'sche Construktion des Gerinnes ergab bei Anwendung eines eisernen Rades eine äuſserst gleichförmige Wirkung, die sich selbst bei einer Variation zwischen 12 und 21 Umdrehungen des Rades in der Minute kaum um $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{8}$ von ihrem Maximumswerthe entfernte. Legte Hr. Morin bei Berechnung seiner Resultate die Formel

$$Pv = \frac{M}{2}[V^2 - W^2]$$

zu Grunde, in welcher M die Menge des verbrauchten Wassers, V seine Geschwindigkeit bei Ankunft am Rade und W die absolute Geschwindigkeit desselben beim Verlassen der Schaufeln des Rades bezeichnet, so fand Hr. Morin den Nutzeffekt in Praxi fast genau dargestellt durch die Formel:

$$Pv = 0{,}871 \cdot \frac{M}{2}[V^2 - W^2]$$

also 0,871 der theoretischen Arbeit. Als Schluſs zieht er aus seinen Versuchen etwa folgendes:

1) Die neue Form des Gerinnes hebt fast ganz den Stofs des Wassers gegen die Schaufeln auf und läfst dasselbe leichter und mehr drückend eintreten.

2) Man kann bei sorgfältiger Ausführung dieser neuen Construktion, selbst bei Geschwindigkeiten die von der dem Maximum der Wirkung entsprechenden bedeutend abweichen, noch ziemlich auf die Wirkung von 0,62 der theoretischen Arbeit rechnen.

3) Der Nutzeffekt steigt mit der Höhe der Oeffnung, wenn nur die ausfliefsende Wassermenge dem Volumen nach nicht die Hälfte des vor der Oeffnung vorbeigehenden Theils der Radkrone übersteigt.

4) Die Geschwindigkeit für das Maximum der Wirkung ist etwa die Hälfte von der, die dem Druck auf die Schutzöffnung entspricht.

5) Bei gleichem Druck und gleicher Schutzöffnung ergiebt das Rad ziemlich gleiche Wirkung, wenn es $0^{m},12$ über dem Spiegel des abgeflossenen Wassers steht, oder bis $0^{m},20$ darin versenkt ist. Ist kein bedeutendes öfteres Steigen zu befürchten, so wird man das Rad also bis an den Spiegel des abgeflossenen Wassers versenken können.

6) Bei $0^{m},357$ Versenkung erhielt man noch 0,45 der absoluten Arbeit.

Ein letztes Ergebnifs der Versuche war noch, dafs wenn man die Breite der Krone im Sinne des Radius gleich dem halben Radius annimmt, und den Raum der Krone dem doppelten ausgeflossenen Wasserquantum gleich setzt, man für den Radius R des Rades erhält: $9,7 \cdot \frac{Q}{L \cdot \sqrt{2gH}}$, worin Q und H die frühere Bedeutung haben und L die Breite der Krone parallel der Achse des Rades bezeichnet.

In einem Briefe an Hr. Poncelet spricht sich Hr. Baumgarten dahin aus, dafs er die Woltmann'sche Mühle für das ge-

eignetste Instrument zum Messen der Geschwindigkeiten des fliefsenden Wassers halte, sich desselben bei seinen Versuchen daher ausschliefslich bedient habe. Es haben ihn dieselben in Bezug auf den Widerstand der auf der Garonne gebräuchlichen Schiffe gezeigt, dafs der Coefficient k in der gewöhnlichen Widerstandsformel $kpA \cdot v^2$ zwischen 0,12 und 0,40 schwanke, in den meisten Fällen aber 0,20 immer ziemlich nahe bleibe. Bei Versuchen über den Widerstand kleiner Platten, die entweder in stehenden Gewässern bewegt, oder ruhend der Strömung fliessender Gewässer ausgesetzt wurden, fand sich k für Platten von $0\overset{m}{,}50$ in Quadrat wenig von 1,2 entfernt, wuchs aber für Platten von 1^m im Quadrat bis 1,85. Die von Prony in seinen: „Recherches physico-mathématiques sur la théorie des eaux courantes" gegebene Formel für die mittlere Geschwindigkeit ergab Hrn. Baumgarten falsche Resultate; während die eben dort gegebene Formel $i = \frac{x}{w}(av + bv^2)$ im Fall gleichförmiger Bewegung sich bestätigte, in ihrer Abänderung für eine variirende, jedoch schon permanent gewordene Bewegung $i = \frac{x}{w}(av + bv^2) \pm dh$ aber einer Correktur bedurfte, die nach genaueren Versuchen später gegeben werden soll.

Die Resultate in Bezug auf die Gröfse von k für Schiffe, stimmen mit den von Morin [1] gegebenen, und die Grenze von k für dünne Platten ist genau der schon von Dubuat [2] gegebene Werth von 1,856.

Hr. Boileau betheiligt sich in seinen beiden Abhandlungen an den Versuchen vieler Anderen, ein Gesetz für die Aenderung der Geschwindigkeiten innerhalb eines bestimmten Stromes zu finden, hierdurch aber das Gesetz der Reibung des Flüssigen unter sich und an den Wänden abzuleiten, und so der Theorie

[1] Poncelet, Introduction à la mécanique industrielle 2me éd. p. 609*.
[2] Dubuat, Princ. d'hydr. art. 458, 466 und 484*.

der Bewegung der Flüssigkeiten einen neuen Anhaltspunkt zu verschaffen, ihre Ergebnisse denen der Praxis mehr zu nähern, sie in einzelnen Fällen gradezu von Widerspruch zu befreien. Hr. BOILEAU selbst erwähnt NAVIER, SONNET, FOCACCI, welcher letzterer fand, dafs bei einem Kanal von 5' Tiefe das Maximum der Geschwindigkeit 3' unter dem Spiegel liegt, RAUCOURT, der in der Neva verhältnifsmäfsig in derselben Tiefe jenes Maximum antraf, DESFONTAINES, der im Rhein es an der Oberfläche antraf, und der die Geschwindigkeit nach dem Grunde zu, wie die Ordinaten einer Parabel abnehmend, annehmen zu können glaubte, während RAUCOURT sein Gesetz durch eine Ellipse darstellte. Die Instrumente, deren sich Hr. BOILEAU bediente, waren die PITOT'sche Röhre, die WOLTMANN'sche Mühle, eine ähnliche Vorrichtung von LAIGNEL, bei der die Anzahl der Umdrehungen durch eine laufende Schraubenmutter angegeben wurde, und endlich zwei neue, von ihm selbst angegebene Instrumente.

Hydrodynamometer (hydromètre dynamométrique), welches darauf beruht, dafs dem als Funktion der Geschwindigkeit anzusehenden Druck des Wassers gegen ein vertikales Plättchen durch eine zu messende Federkraft entgegen gewirkt wird. Die Eintheilung dieses Instrumentes, obgleich er eine Formel dafür angiebt, macht er lieber empirisch nach seinem zweiten Instrumente, welches er hydrometrische Röhre (tube hydrométrique) nannte. Es besteht dieser letztere Apparat aus einer, an einem Ende in eine Spitze mit dünner Oeffnung auslaufenden Röhre von Glas, welche man, nachdem das weitere Ende verkorkt und die Röhre bis auf einen kleinen mit Luft erfüllten Theil mit Wasser angefüllt ist, in den Strom bis zu der Tiefe horizontal versenkt, in welcher man die Geschwindigkeit messen will. Oeffnet man dann den Kork des weiteren nach unterhalb gerichteten Theiles der Röhre, so strömt oberhalb in die feine Oeffnung Flüssigkeit ein, die Luftblase geht in der Röhre entlang, und giebt durch ihre Geschwindigkeit ein Maafs für die der eintretenden Wasseradern. Hr. BOILEAU giebt die Formel $v = a + bu$, worin v die Geschwindigkeit des Wassers in der Tiefe der Röhre, u die der Luftblase in der Röhre, a und b constante Gröfsen sind, die von dem Instrument namentlich von

der Gröfse des Querschnitts der Röhre im Verhältnifs zu dem der durch die Spitze eintretenden Wasserader abhängen.

Als Schlufs glaubt Hr. Boileau aus seinen in den Einzelheiten nicht angeführten Resultaten geben zu können, dafs wenn man die Tiefe der einzelnen Flüssigkeitsadern als Abscissen, die Geschwindigkeiten als Ordinaten einer Curve betrachtet, diese vom Grunde aus bis zur Höhe des Maximums der Geschwindigkeit eine Parabel ist, von da ab, heifst es in dem einen Aufsatz, wage er noch nicht über die Form der Curve zu entscheiden, im anderen aber, es sei dieselbe eine Hyperbel die ihre Achse nahe parallel der Senkung des Stromes hat. Mit der Prony'schen Formel $u = \frac{v(v+2,372)}{v+3,152}$ worin u die mittlere, v die Geschwindigkeit an der Oberfläche bezeichnet stimmen seine Resultate aber nur bis zu Tiefen der Gewässer von $0{,}3^{m}$.

Dieselben Experimente bei verschieden stark und verschieden gerichteten Luftströmungen angestellt, haben die Thatsachen nur modificirt, aber recht deutlich gezeigt, welche Rolle die Viskosität der Flüssigkeiten und die hierdurch hervorgebrachte Reibung bei hydrodynamischen Erscheinungen spielt.

Hr. Boileau suchte mit Hülfe seines Hydrodynamometers den in der Formel für den Stofs der Flüssigkeiten gegen kleine Flächen, $kpA \cdot v^2$, vorkommenden Coefficienten k zu bestimmen. Beim Eintauchen solcher dünner Platten zeigte sich ihm zunächst, dafs das Anströmen des Wassers gegen dieselben eine kleine oscillirende Bewegung hervorbringt, indem kleine leichte, an solchen Stellen in das Wasser geworfene Körperchen bald von der Platte abgestofsen bald angezogen zu werden schienen; es beschränkte sich diese Erscheinung auf einen kleinen Raum, den er Wirkungskreis nennt, und welcher von einer Fläche eingehüllt wird, die sich auf der dem Strome abgewandten Seite der Platte der auf der Mitte derselben errichteten Senkrechten nähert, hier einen Knoten zu haben scheint, jenseits dessen die Adern wieder parallel sind. Es erweitert sich diese Wirkungssphäre mit der Geschwindigkeit des Wassers und Gröfse der Platte.

Denkt man sich nun ein solches Plättchen der Oberfläche genähert, so wird von dem Augenblick an, wo der Wirkungskreis aus dem Wasser heraustritt, *k* zu wachsen anfangen, wie Hr. BOILEAU meint, gleich den Ordinaten einer Hyperbel; von dem Augenblick an, wo die Platte selbst die Oberfläche berührt, bleibt für *k* dasselbe Gesetz, nur gehört der Bogen einer andern Hyperbel an, eine Veränderung, die den Wirbeln, Luftblasen, den verschiedenen Ausbiegungen der Flüssigkeit und der Variation des Druckes auf die hintere Fläche sich zuschreiben läfst.

Die angeführte Note des Hrn. DE SAINT-VENANT in Bezug auf BOILEAU war derselben Commission, wie die Arbeiten des letzteren überwiesen, findet sich aber ihrem Inhalt nach nirgends erwähnt.

Die ersten 3 Arbeiten des Hrn. DE SAINT-VENANT bilden ein zusammenhängendes Ganze, und können daher auch hier zusammen betrachtet werden; ihre Abfassung und Kürze im Institut gebietet aber auch hier kurz zu sein, um so mehr, als Hr. DE SAINT-VENANT in seinen Betrachtungen sich viel auf ein Mémoire stützt, welches er am 14. April 1834 der Pariser Akademie eingereicht hat, welches aber in den gedruckten Memoiren derselben nicht aufgenommen und dem Berichterstatter daher nicht zugänglich gewesen ist.

Der in den ersten Aufsätzen behandelte Gegenstand ist die Bestimmung der Gröfse des Widerstandes, den ein ruhendes Fluidum der gleichförmigen Bewegung eines in dasselbe versenkten Körpers entgegenstellt, oder der Wirkung, die die gleichförmige Bewegung einer unendlichen flüssigen Masse auf einen, darin versenkten, ruhenden Körper ausübt.

D'ALEMBERT bemerkt bereits [1], dafs die Gesetze der Hydrostatik in Bezug auf Gröfse und Richtung des Druckes in die Gleichungen der Hydrodynamik übertragen, zu den absurdesten Resultaten führen, kann sich aber selbst keine befriedigende Lö-

[1] Opusc. V. 170; VIII. 210; Essai d'une nouvelle théorie de la résistance des fluides No. 70*.

sung der Aufgabe, den Druck einer Flüssigkeit gegen einen Körper zu bestimmen, geben. Auch EULER's Versuch, dies Problem zu lösen [1], blieb selbst bei Einführung seiner gemischten Methode erfolglos; immer war die Einwirkung des Wassers, namentlich bei symmetrischen Körpern, Null. Es ist leicht ersichtlich, dafs dies Resultat Null immer, und selbst bei nicht symmetrischen Körpern erfolgen mufs, so lange man ein Fluidum der Art betrachtet, wie es zur Zeit jener berühmten Männer betrachtet wurde, d. h. wenn es den gewöhnlichen Bewegungsgleichungen genügt, die sich auf die Annahme stützen, dafs die Drucke in allen Richtungen gleich und immer senkrecht zu den Flächen sind, gegen welche sie sich äufsern, oder in andern Worten, wenn man dem Fluidum jene Seitenwirkung nimmt, die die Drucke ungleich und schief macht. Anders stellt sich das Resultat, wenn man die Bedingungen berücksichtigt, die sich aus dem physischen Zustand des Flüssigen ergeben, wenn man anstatt einer sogenannten vollkommnen Flüssigkeit eine solche betrachtet, welche je nach dem Zustande ihrer Viskosität mit einer gröfseren oder geringeren innern Reibung versehen ist. Man sieht dann durch blofse Betrachtung, wie die gegenseitige Reibung der einzelnen Flüssigkeitspartikelchen, welche selbst nicht unmittelbar am Körper anliegen, noch auf die ganze Einwirkung des Flüssigen auf ihn einen Einflufs, ja einen gröfsern haben können, als die Reibung der anliegenden Theilchen. In der That reichte, wenn keine Reibung vorhanden wäre, bei der constant gewordenen Bewegung des Flüssigen um den Körper herum, die Geschwindigkeit in Verbindung mit der Trägheit der einzelnen Partikeln hin, dafs diese ihre Bewegung fortsetzen könnten, und da in diesem Zustande kein Stofs, sondern nur ein Gleiten stattfindet, bei letzterem aber keine Reibung vorhanden wäre, so sieht man wahrlich keinen Grund, warum der Druck oberhalb gröfser als der unterhalb des Körpers sein, warum also irgend eine Wirkung stattfinden sollte. Ist im Gegentheil Reibung vorhanden, wird jede Flüssigkeitsader in ihrer Bewegung durch die

[1] N. com. acad. sc. Petropolitanae VIII. 197; BOSSUT, traité d'hydrodynamique t. II. No. 841 und 866*.

Reibung auf der nächsten Ader aufgehalten, so müssen die einzelnen Drucke jeder Ader oberhalb stärker als unterhalb werden, es muſs der Körper also das Bestreben erlangen, im Sinne der Bewegung des Flüssigen mit fortzuschreiten.

Von diesen Betrachtungen ausgehend hat Hr. de Saint-Venant seine Untersuchungen angestellt, welche in der Art der Betrachtung der Phänomene des Widerstandes sich an die Betrachtungsweise Poncelet's[1] anschlieſsen, in Bezug auf die Durchführung sich aber von der jenes Gelehrten unterscheiden, wie ein einfacher Vergleich der später angegebenen Resultate mit denen von Poncelet in seinem Versuch einer neuen Theorie des Widerstands der Flüssigkeiten als Anhang zu dem eben citirten Buch, ergiebt. Hr. de Saint-Venant giebt nämlich als Resultate seiner Untersuchungen, daſs die Einwirkung des Flüssigen,

Wenn man von einer Gleichung der lebendigen Kräfte in Bezug auf die fortschreitende Bewegung ausgeht, gleich ist der Summe der Arbeit der Reibungen, sowohl des Flüssigen unter sich, als gegen den Körper, für die Einheit des Raumes, den das umgebende Fluidum durchläuft, oder

Wenn man eine Gleichung der lebendigen Kräfte in Bezug auf die individuellen Bewegungen jedes Moleküls ansetzt, gleich ist der halben lebendigen Kraft, welche der nicht fortschreitenden Bewegung der Wirbel uud Anstauungen hinter und seitwärts des versenkten Körpers entspricht, plus der Arbeit der Reibung gegen die Wände für dieselbe Einheit.

In Bezug auf den Beweis der Identität beider Resultate beruft er sich auf das schon erwähnte Mémoire von 1834, es folgt dieselbe aber auch schon aus dem innigen Zusammenhange zwischen der Reibung und jener nicht fortschreitenden Bewegung innerhalb der Wirbel und Anstauungen, deren Entstehen ja grade dem Zusammenhang der Moleküle und ihrer Reibung unter einander in der Art zuzuschreiben ist, daſs ihre lebendige Kraft eine Folge der Arbeit der Reibung ist, mithin nach dem Satz von

[1] Introd. à la mécan. indust. 2me édit. p. 522 und folgende*.

den lebendigen Kräften gleich dem Doppelten der Arbeit dieser Reibung sein mufs.

Nachdem Hr. de Saint-Venant noch beispielsweise für einen bestimmten Fall die Totalsumme der Arbeit der Reibung einer Flüssigkeit berechnet hat, geht er zum Vergleich seiner allgemeinen, vorher angegebenen Resultate mit den von Poncelet gegebenen, oben erwähnten, über, und es zeigt sich dafs die Resultate beider übereinstimmen, wenn man für das Maafs der aufserordentlichen Reibung, oder was dasselbe ist, des Verlustes an halber lebendiger Kraft den bekannten Ausdruck von Borda setzt, eine Probe, die Hr. de Saint-Venant als Beweis für die Richtigkeit seiner Theorie in Anspruch nimmt, da dieser Ausdruck für solche Verluste bei plötzlicher Erweiterung oder Verengung des Querschnitts fast von allen Hydraulikern angenommen, obenein durch zu Toulouse von Poncelet mit Hülfe der Herren Castel und Dubadie angestellte Versuche in seiner Richtigkeit bestätigt worden ist.

Aus dem bisher Gesagten folgert Hr. de Saint-Venant nun weiter, dafs, vermöge des Ausdrucks für den Widerstand, derjenige Körper den geringsten Widerstand von Seiten der Flüssigkeit erfahren wird, dessen Form ein ruhiges Dahingleiten des Wassers hervorbringt, so dafs nur gewöhnliche Reibung ohne bemerkbare wirbelnde Bewegung entsteht; es scheint diese Bedingung am besten durch einen Körper erfüllt zu werden, dessen Form, der eines Schiffes ähnlich, mindestens um seine halbe Breite vorn vorspringt, dessen hinterer, weit längerer Theil aber in eine Spitze ausläuft; es ist dies auch ungefähr die Figur eines Horizontaldurchschnitts des von einem Schiffe oder Wasservogel im Wasser versenkten Theiles, so wie endlich auch der Fische.

Um nun seinen Resultaten eine praktische Brauchbarkeit zu geben, geht Hr. de Saint-Venant von der zuerst von Dubuat angeregten Betrachtungsweise aus, dafs nämlich die Störung des ruhigen Flusses des ganzen Stromes in einem cylindrisch um den störenden Körper herum liegenden Raume eingeschlossen gedacht werden kann, dessen Querschnitt einen 2 bis $2^1/_2$ mal so grofsen Durchmesser als der versenkte Körper hat; er entnimmt ferner

aus Versuchen des Obersten DUCHEMIN [1], dafs die Geschwindigkeiten der um einen Körper herumströmenden Flüssigkeitsadern erst auf eine kleine Entfernung wachsen, dann auf eine sechsmal so grofse Entfernung abnehmen, und sich endlich auf die Geschwindigkeiten des umgebenden ungestörten Fluidums reduciren; dafs dieselben aber ihrer Gröfse nach proportional genommen werden können den Ordinaten aneinanderstofsender Bogen dreier Parabeln, von denen die beiden letzten gleich, aber entgegengesetzt sind, die erste aber einen halb so grofsen Parameter, jedoch ihre Achse wie die andern parallel dem Strome hat. Als Resultate seiner Untersuchungen giebt er dann, je nachdem man den Durchmesser des Cylinders um den Körper zwei oder zwei und ein halb so grofs als den des Körpers nimmt:

1) Dafs man mit 1,11 und 1,05 die der mittleren Geschwindigkeit des Fluidums in dem ringförmigen Raume zwischen Cylinder und Körper entsprechende lebendige Kraft multipliciren müsse, um seine wirkliche lebendige Kraft zu erhalten.

2) Dafs man mit, sich bis zu 1,866 und 1,825 erhebende Coefficienten die lebendige Kraft multipliciren müsse, welche der mittlern verlornen Geschwindigkeit entspricht, um die Summe der lebendigen Kraft zu haben, die das Fluidum unterhalb des Körpers verliert.

3) Dafs, indem man mit NEWTON, POISSON, NAVIER annimmt, die Reibung der flüssigen Theile unter sich sei proportional der relativen Geschwindigkeit der an einander gleitenden Moleküle, die ganze Arbeit dieser Reibung gleich 0,69 oder 0,57 der Arbeit ist, die der Reibung gegen den Körper entspricht. Setzt man diese Reibung dem Quadrat der Geschwindigkeit proportional, und nimmt den dazu gehörigen Coefficienten aus den Versuchen MICHELOTTI's über Ansatzröhren, so meint Hr. DE SAINT-VENANT Resultate gefunden zu haben, die mit den Versuchen BOSSUT's über den Widerstand schiffsähnlicher Körper übereinstimmen.

[1] Récherches sur la résistance des fluides 1842 oder Mémorial de l'artillerie No. V. art. 42.

In dem vierten und fünften Artikel behandelt Hr. de Saint-Venant den Zusammenhang zwischen innerer Reibung einer Flüssigkeit und der ihre Bewegung beschleunigenden Kraft; erwähnt aber zuerst ein schon in seinem Mémoire von 1834 angegebenes Instrument zum Messen der Geschwindigkeiten, welches aus einer Art Drehwage besteht, die am Ende einer Feder einen kleinen sphärischen Körper trägt. Die Ablenkung dieser Feder, oder vielmehr die Gröfse, um welche man beim Gebrauch des Instruments die Feder zurückdrehen mufs, um dem Instrument dieselbe Stellung als im ruhenden Fluidum zu geben, läfst auf die Geschwindigkeit des Fluidums auf der untersuchten Stelle schliefsen, wenn das Instrument vorher bei Versuchen graduirt war, wo die Geschwindigkeit des Flüssigen bekannt war, und wenn obenein eine Correctur wegen der Einwirkung des Flüssigen auf die Feder selbst angebracht war, deren Gröfse man durch Eintauchen des Instrumentes ohne Kugel bestimmen konnte; man sieht, das Instrument ist dem Hydrodynamometer Boileau's sehr ähnlich.

Um den oben angedeuteten Zweck zu erreichen, nämlich die Reibung einer flüssigen Masse ihrem Werthe nach unmittelbar zu bestimmen, und mit den Beobachtungen vergleichen zu können, nimmt Hr. de Saint-Venant einen so breiten Kanal, oder eine so weite Röhre an, dafs die Einwirkung der Wände auf den einen zu untersuchenden Raum ohne Einflufs bleiben; dann wird die ganze beschleunigende Kraft der Schwere, der constanten Bewegung wegen, der Zunahme der Reibung, d. h. der Differenz der Reibung auf der darüber und darunter liegenden Ader gleich sein, und man hat wenn beispielweise f für die Einheit der Fläche in einer Tiefe z im Kanal die Reibung einer Ader auf der nächsten, oder hei einer Röhre in einer Entfernung r von der Achse, die Reibung einer Schale auf der andern, bedeutet, die Gleichungen:

$$\frac{df}{dz} = \varrho g F \qquad \frac{df}{dr} + \frac{f}{r} = \varrho g F$$

wo ϱ die Dichte und Fg die wirkende Componente der Schwere ist, also:

$$f = \varrho g F z + \text{const.} \qquad f = \varrho g F \cdot \frac{r}{2}.$$

In seinem fünften Artikel ändert Hr. DE SAINT-VENANT, von denselben Gesichtspunkten ausgehend, nur ein weniges die Art der Ableitung.

An denjenigen Stellen eines Ausflufskanals, wo dessen Querschnitt sich plötzlich erweitert oder verengt, entstehen innerhalb der Flüssigkeit, in Folge ihres Molekularzusammenhanges Wirbel und andere, von dem reinen Abflufs abweichende Bewegungen, die erst in einiger Entfernung von der besagten Stelle sich durch die entstehenden aufserordentlichen Reibungen und Widerstände wieder zerstören. Es verzehren diese aufsergewöhnlichen Bewegungen einen Theil der lebendigen Kraft der Flüssigkeit, den BERNOULLY und DUBUAT gleich $\frac{MV^2}{2} - \frac{M \cdot V_i^2}{2}$ für die Zeiteinheit angaben, wenn für diese M die Masse des ausgeflossenen Wassers, V und V_i die Geschwindigkeiten vor und nach der Kanalveränderung bedeuten. Statt dieses, der Erfahrung nach zu grofsen Ausdrucks gab BORDA den Ausdruck $\frac{M(V-V_i)^2}{2}$, der wenn auch unrichtig abgeleitet, doch in Bezug auf seinen Werth richtig ist. Hr. DE SAINT-VENANT giebt in seinem letzten Artikel für jenen Ausdruck einen neuen Beweis, der sich auf die Annahme stützt, dafs die Drucke gegen die Wände des Kanals und gegen die Flüssigkeit an der Stelle der Erweiterung oder Verengung, unter sich in demselben Verhältnifs stehen, als wenn das gegen die Wände zu wirbelnde Wasser in Ruhe wäre, so dafs also, ohne die Schwere der Flüssigkeit jene Drucke gleich sein würden. Den Beweis leitet er aus der relativen Bewegung der Flüssigkeit zwischen der Erweiterungsstelle und einem Durchschnitt unterhalb ab, bei welchem bereits eine gleichmäfsige Geschwindigkeit V_i wieder eingetreten ist. In Verbindung mit dem Princip der lebendigen Kräfte, und unter Berücksichtigung der Beständigkeit der Bewegung folgt aus seinen Annahmen dann, dafs in Bezug auf die relative Bewegung die Summe der elementaren Arbeit für jene Drucke und die Schwere der Flüssigkeit Null sein mufs. Nun gewinnt aber die Flüssigkeit an fort-

bewegender halber lebendiger Kraft $\frac{M}{2}(V-V_{\prime})^2$, der gesuchte Verlust oder die auf aufserordentliche Bewegung und Druck verwandte Kraft wird also sein: $\frac{M}{2}(V-V_{\prime})^2$.

Wollte man die allgemeine Lösung der Aufgabe ohne eine Annahme über jene Drucke haben, so wäre der Verlust:

$$\int dM\frac{(v-v_{\prime})^2}{2}$$

wo v und $v_{\prime}$ für eine Ader die Geschwindigkeiten vorher und nachher sind, von welchem Ausdruck aber eine Gröfse für die gewöhnliche Reibung des Flüssigen unter sich, und eine zweite für die Drucke abgeht; so dafs der gesuchte Werth kleiner als das Integral wird; da dies aber gröfser als $M\cdot\frac{(V-V_{\prime})^2}{2}$, wo V und $V_{\prime}$ die mittlern Werthe von v und $v_{\prime}$, so erklärt dies die Uebereinstimmung der Resultate der Erfahrung mit der Formel BORDA's.

Hr. STOKES stattet in ähnlicher Weise, wie früher CHALLIS der Brit. Assoc. einen Bericht über die Fortschritte der Hydrodynamik in der letzten Zeit ab; die erwähnten Arbeiten gehören meist einer frühern Zeit, als dem für diesen Bericht bestimmten Jahre 1846 an; die dieses Jahres hingegen sind, so weit sie der Gesellschaft bekannt geworden, einzeln abgehandelt, und bedürfen keiner Zusammenstellung. Für solche, die des Studiums der Wissenschaft wegen eine Uebersicht über den Gang derselben zu haben wünschen, ist der Bericht des Herrn STOKES sehr zu empfehlen.

Hr. MATTEUCCI bedient sich eines starken elektrischen Funkens, oder besser einer Reihe von Funken um die Beschaffenheit des trüben Theiles des herabfallenden Strahles sichtbar zu machen. Man sieht dann, dafs dieser aus einzelnen verlängerten, sphärischen und abgeplatteten Tropfen besteht, wie SAVART es

angegeben hat. Man könnte sich auf dieselbe Weise der laterna magica bedienen und das Bild des Strahles auf einer Fläche erscheinen lassen.

Die vier Arbeiten Hr. DE CALIGNY's sind nur kurze etwas unklare Auszüge aus den mündlichen Verhandlungen der Société philomatique, es soll ihrer daher auch hier nur in wenigen Worten Erwähnung geschehen.

Im ersten der angeführten Artikel bespricht Hr. DE CALIGNY ein 1844 von RUSSELL publicirtes Mémoire, und namentlich die Verschiedenheit der von ihm selbst beobachteten kreisförmigen (orbitaire) Bewegung der Flüssigkeit innerhalb einer Welle, wie er sie in einer frühern Arbeit[1] beschrieben, von einer ähnlichen Beobachtung RUSSEL's; die Arbeit bringt im Wesentlichen gegen jene frühere nichts Neues.

Im zweiten Aufsatze theilt Hr. DE CALIGNY einige Versuche mit, vermittelst periodischer Schwankungen, ohne weitere Maschineneinrichtungen das Wasser zu Höhen über dem eigentlichen Niveau zu heben, und durch dieselben eine Erklärung dafür zu finden, wie die Natur bei den natürlichen Quellen einige merkwürdige Erscheinungen und namentlich zuweilen eine Periodicität des Fliefsens und Versiegens hervorbringe.

Seine Versuche sind Wiederholungen eines Versuches von RAMAZZINI[2], welchen dieser auf folgende Weise anstellte. Vom Grunde eines Wasserbeckens lief eine horizontale Röhre aus, die sich in einiger Entfernung von demselben wieder vertikal erhob. Wurde im horizontalen Theile derselben vermittelst eines cylindrischen Ansatzrohrs ein Springbrunnen eingerichtet, so erhielt in dem vertikalen Theile der Röhre sich die Flüssigkeit bedeutend höher, als in einer ebenfalls unter einem rechten Winkel nach oben gebogenen, vor dem Springbrunnen im horizontalen Theile der Hauptröhre angebrachten Nebenröhre. Im Niveau der untern Röhre, welches im Allgemeinen $\frac{1}{8}$ der Höhe des Was-

[1] C. R. XVI. p. 381*.

[2] De fontium Mutinensium admirandâ scaturigine tractatus physico-hydrostaticus in 4. 1691.

sers im Reservoir erreichte, zeigten sich obenein periodische Schwankungen; die RAMAZZINI dem Falle des vertikalen Wasserstrahles des Springbrunnen zuschrieb.

Hr. DE CALIGNY variirt nun diesen Versuch in der Art, daſs er durch eine Biegung der Springbrunnenröhre noch rückwärts zeigt, wie die $\frac{1}{6}$ der Höhe des Wassers in der entfernteren Röhre sich bedeutend vermehren lassen, namentlich aber dann wachsen wenn die Nebenleitungen mehr am Reservoir liegen. Er ist der Meinung, daſs diese Versuche in Verbindung mit denen RAMAZZINI's hinreichen, die Erscheinung zu erklären, wie unterhalb eines artesischen Brunnens das Wasser sich wieder zu Höhen, bedeutend über der Oeffnung solcher Brunnen erheben könne, so wie die Möglichkeit zu zeigen, daſs bei gehöriger Verengung der entferntern Röhre in ihrem obern Theil (wie es bei seinen Versuchen sich im Kleinen zeigte) unterhalb noch in gewisser Art periodische Schwankungen stattfinden können, deren sich die Natur bedient, etwas Wasser sogar noch über das Niveau der Quelle zu heben, wenn nur die unterirdische Leitungsröhre in ihrem End gehörig verengt ist.

Am Schluſs des Artikels bespricht Hr. DE CALIGNY den Apparat von MANOURY DECTOT[1], den er wohl mit Recht zu regelmäſsig nennt, als daſs die Natur sich seiner bedienen könnte; sein, wie er meint, einfacheres Mittel, ein solches Oscilliren hervorzubringen, ist aber aus dem kurzen Artikel nicht deutlich zu entziffern.

Im letzten Artikel endlich will Hr. DE CALIGNY nur die mit der Sammlung aus dem Studium der nachgelassenen Werke AIMÉ's beauftragte Commission auf den Theil der Arbeiten des Verstorbenen aufmerksam machen, der sich auf die Bewegung des Wassers innerhalb der Wellen bezieht. AIMÉ hatte seine im Hafen von Algier gemachten Beobachtungen über diese Erscheinungen im Theil VII des Instituts p. 70 kurz erwähnt, ist in spätern Arbeiten, namentlich in seinem groſsen Werke über Algerien 1845 aber nicht wieder darauf zurück gekommen. Da aber die Resultate AIMÉ's im freien Meere dieselben waren, wie

[1] NAVIER, leçons sur l'app. de la méc., partie 3me. art. 191.

die des Hrn. de Caligny, von denen im ersten Artikel die Rede war, so liegt letzterem wegen einer Widerlegung der Ansichten Russels, die dieser in einem 1844 in den Proc. of the brit. ass. veröffentlichen Mémoire ausgesprechen, und welche mit den Ansichten Gerstner's in seinem „*Système du mouvement orbitaire 1804*" übereinstimmen, daran auch im Grofsen seine bei Versuchen im Kleinen gefundenen Resultate bestätigt zu sehen.

Hr. Plateau hat die Eigenschaft der fetten Oele, weniger dicht als Wasser und dichter als Alkohol zu sein, dazu benutzt, in ein Gemisch dieser beiden letzten Substanzen eine gewisse Quantität Oel von gleich grofser Dichtigkeit zu bringen und hierdurch die Wirkung der Schwere auf das Oel aufzuheben, indem das Oel dann nur einen flüssigen Theil der Masse ausmacht und auf jeder Stelle derselben im Gleichgewicht ist. Die Differenz der Molekularattraktion innerhalb des Oeles und jenes Gemisches verhindert die Vermischung beider; das Oel bleibt für sich und nimmt in Folge seiner Molekularanziehungen eine vollkommene Kugelgestalt an. Zu den mit dieser in jenem Gemisch schwebenden Kugel anzustellenden Versuchen bediente sich Hr. Plateau eines aus rechteckigen Glasplatten zusammengesetzten Kastens, auch wohl einer Glaskugel oder eines Glascylinders; letztere beide bringen indefs öfters durch ihre Wirkung als Linsen optische Täuschungen hervor; das angewandte Oel war Olivenöl, und das diesem an Schwere gleiche Gemisch zeigte etwa 22° am Beaumé'schen Aräometer. Das Gleichgewicht zwischen Oel und Gemisch wird erst nach dem Aufhören der chemischen Aktionen zwischen beiden stabil, und ist der Apparat dann nur vor Temperaturveränderungen zu bewahren, indem diese durch ungleiche Ausdehnung der Substanzen die Kugel sinken oder steigen machen. Die Versuche des Hrn. Plateau sind eigentlich Untersuchungen über die Molekularkräfte und ihre Wirkungen, sowohl innerhalb des Oeles selbst als an der Begrenzung desselben mit festen Körpern, d. h. über die Capillaritätsphänomene; wie wir indefs sehen werden bringen die ersteren fast genau

dieselben Erscheinungen hervor, als wenn die Gravitation die im Oele wirkende Kraft wäre, und die wir jetzt vollendet in unserm Sonnensystem an den Planeten desselben wahrnehmen.

Zunächst bot sich Hrn. Plateau die Idee dar, die Wirkung der Schwungkraft zu versuchen, der angewandte Apparat war ein aus ebenen, rechteckigen und in eiserne Rahmen eingekitteten Glasplatten hergestelltes Gefäfs, 25 Centimeter breit, 20 Centimeter hoch, und überall geschlossen. Vertikal durch die Mitte geht eine feine eiserne Achse, welche in ihrer halben Höhe eine zu ihr senkrechte, 35 Millimeter im Durchmesser grofse Scheibe trägt, und der man von aufsen her eine Rotationsbewegung mittheilen kann. Eine für den Fall des Nichtgebrauchs geschlossene Oeffnung im obern Deckel dient zum Einbringen der Flüssigkeit für den Fall des gestörten Gleichgewichts. Das Gefäfs ist immer ganz geschlossen, um die Verdunstung des Alkohols zu verhindern.

Wird die in der halben Höhe des Gefäfses schwebende Oelkugel gegen die Schneide der vorher mit Oel benetzten kleinen eisernen Scheibe gebracht, so vertheilt sie sich sofort symmetrisch um diese und um die Achse, und rotirt ihrer starken Adhäsion wegen bei der Umdrehung derselben mit. Die 6 Centimeter im Durchmesser habende Oelkugel, die ruhend in der Richtung der Achse, die der Anziehung wegen etwas verlängert erscheint, nimmt bei Drehung der Achse sofort eine Abplattung an den Polen an; es ist diese nicht die Folge eines Kampfes zwischen allgemeiner Attraktion und Schwungkraft, sondern zwischen dieser und Molekularanziehung; Molekularkräfte suchen dem Oel aber dieselbe Kugelgestalt zu geben, wie die Gravitation den Planeten; die nun folgenden Erscheinungen sind daher fast ganz dieselben, wie diejenigen welche wir bei den Planeten wahrnehmen. Bei einer Umdrehung der Achse in 3 bis 6 Sekunden zeigt die Oelkugel eine gröfsere oder geringere Abplattung; läfst man aber 2—3 Umdrehungen in einer Sekunde geschehen, so wird die sich immer mehr abplattende Kugel rings um die Achse herum hohl, und verwandelt sich endlich in einen vollkommenen Ring, der, wenn man die Rotation der Achse plötzlich anhält, sich ganz von der Scheibe trennt, mit der er

bis dahin durch ein feines Häutchen verbunden geblieben ist. Der Ring rotirt eine Zeitlang weiter und kehrt dann in die Kugelform zurück. Die erzeugende Fläche des Ringes scheint ein Kreis zu sein, wenigstens ist seine Abplattung unmerkbar gering. Beim Saturnsring, dessen Spaltung in 2 Ringe bekanntlich nicht wesentlich mit den Bedingungen des Gleichgewichts des Ringes verknüpft ist, ist die Abplattung eine Folge der Anziehung des innern Planeten; dieser fehlt hier; seine Rolle übernimmt das den Ring mit der Scheibe verbindende Häutchen; so lange dies nicht gerissen ist, ist eine wesentliche Abplattung bemerkbar.

Bei gröſsern Kugeln bis 14 Centimeter Durchmesser blieb das Resultat dasselbe; die Geschwindigkeit zur Bildung des Ringes muſste nämlich geringer genommen werden, somit nahm aber auch die Centrifugalkraft ab, und die geringere Wirkung der Molekularattraktion brachte also keine bedeutendere Abplattung hervor.

Hr. Plateau wirft dabei die Frage an die Mathematiker auf, ob auſser der ellipsoidischen Form auch nicht noch die bloſse Ringform dem Gleichgewicht rotirender, unter dem Einfluſs der allgemeinen Gravitation stehender flüssigen Massen genügen könne? Er ist für eine Bejahung dieser Frage; jedenfalls mag es wohl richtig sein, daſs es mehrere, ein und derselben anfänglichen Erschütterung entsprechende Gleichgewichtsfiguren geben, und die Wahl einer derselben durch andere Umstände bedingt sein könne, so z. B. für das in Rede stehende Experiment. Beim Beginn der Rotation ist die Winkelgeschwindigkeit der von der Achse sich entfernenden Theilchen offenbar eine abnehmende, und zwar um so mehr, je gröſser die anfängliche Umdrehungsgeschwindigkeit ist; am Aequator der Masse ist diese Abnahme am meisten ausgesprochen. Ist daher die Bewegung langsamer, dann wird durch die Adhärenz der Theilchen dieser Unterschied mehr ausgeglichen, die Winkelgeschwindigkeit innerhalb der ganzen Masse eine mehr gleiche, und die Form derselben ein Sphäroid; die schwachen Kräfte der Adhärenz treten aber bei gröſserer Geschwindigkeit der Rotation mehr zurück, die Winkelgeschwindigkeit am Aequator ist geringer, als obige mittlere, in der Nähe der Achse aber gröſser als dieselbe. Es entsteht hier-

durch zunächst ein Wulst am Aequator und die Anziehung dieses Wulstes zur obigen Erscheinung noch addirt, ergiebt bald die Bildung eines Ringes; da diese nur von der Rotation, nicht von dem Gesetz der innern Kräfte abhängt, so könnte dies Resultat sich auch bei der allgemeinen Gravitation ebenso zeigen. Dafs die Art der Entstehung des Ringes wirklich so sei, läfst sich leicht nachweisen, man braucht nur zu den Versuchen eine bereits öfters benutzte Oelmasse zu nehmen, deren Inneres eine Menge von Bläschen der alkoholischen Flüssigkeit einschliefst.

Die Einwirkung des Widerstandes der umgebenden Flüssigkeit, so wie die der Achse auf die unmittelbar sie berührenden Theilchen des Oeles, sind offenbar der Annahme einer gleichen Winkelgeschwindigkeit entgegenwirkende Kräfte, haben daher keine andere Wirkung als eine vergröfserte Umdrehungsgeschwindigkeit auch haben würde; sie stören aber gleichzeitig die Bildung eines vollständig regelmäfsigen Sphäroid's; ein solches erhält man nur scharf, wenn man erst einen Ring darstellt, dann behutsam Achse und Scheibe herauszieht und den nun frei schwebenden Ring sich selbst überläfst; seine Winkelgeschwindigkeit nimmt dann ab, er zieht sich zusammen und stellt ein reines Umdrehungsellipsoid dar, bis er endlich in die Kugelgestalt zurückkehrt.

Benutzte Hr. Plateau zur Bildung des Ringes eine Scheibe von 5 Centimeter Durchmesser, und setzte er, anstatt im Moment der gröfsten Ausbildung des Ringes die Bewegung anzuhalten, dieselbe vielmehr fort, so rifs das Oelhäutchen auch; die drehende Scheibe und die mit ihr sich drehenden Theilchen der alkoholischen Flüssigkeit verhinderten ein Zusammenfliefsen des Ringes dieser theilte sich vielmehr in vereinzelte Massen, deren jede in Kugelgestalt, die vorige rotirende Bewegung fortsetzte; jede solche Kugel für sich hatte aufserdem eine eigene Achsendrehung im Sinne der fortschreitenden Bewegung, einzelne von ihnen erhielten durch kleine Oelkugeln gleichsam Satelliten, so dafs das Ganze wie ein System von Planeten und Nebenplaneten aussah, dem nur der Centralkörper fehlte, dessen Stelle hier der Widerstand der sich drehenden alkoholischen Flüssigkeit vertrat.

Sogar einen Planeten mit einem Ringe gelang es Herrn Plateau darzustellen, wenn er durch ein System von 2 Rollen der Scheibe etwa 15 Umdrehungen in der Sekunde ertheilte, dieselbe aber nur von 2 Centimeter Durchmesser nahm. Der Mittelpunkt der Scheibe muſs bei diesem Versuche niedriger liegen, als der der Kugel, beim Operiren aber muſs ganz so verfahren werden, als wenn in der Mitte des Ringes die leere Scheibe anstatt der zurückgebliebenen Kugel wäre.

Wird bei dem Versuch, eine bloſse Abplattung der Kugel zu erlangen, die Drehung zu lange fortgesetzt, so dehnt die Masse sich in einer horizontalen Richtung aus, und bildet ein dreiachsiges, excentrisch gegen den Mittelpunkt der Scheibe liegendes Ellipsoid, das während der ferneren gleichmäſsigen Drehung unverändert bleibt; wird diese jedoch schneller, bis zu einer Umdrehung in der Sekunde, dann höhlt sich die Masse anfangs um die Achse stark aus, wie wenn sich ein Ring bilden wollte, der Durchmesser dieses ringförmigen Wulstes wird in horizontaler Richtung allmälich länger, aber die Figur liegt nicht mehr excentrisch, zeigt vielmehr von oben gesehen zuweilen eine sehr vollkommene elliptische Gestalt, deren Mittelpunkt die Scheibe einnimmt. Hierauf verlängert sich diese Ellipse mehr und mehr und biegt sich endlich an den Enden des längern Durchmessers um. In dieser Art bleibt die Erscheinung so lange die Bewegung dauert; sie ist wie die kurz vorher beschriebenen, nur eine Folge des Widerstandes der Flüssigkeit und wohl ist es möglich, daſs ohne diesen jene Gestalten regelmäſsige dreiachsige Ellipsoide sein würden, wie sie von Jacobi und Liouville als stabile Gleichgewichtsfiguren abgeleitet worden sind. Soweit der erste Theil der Abhandlung des Hrn. Plateau, der Bericht über den zweiten Theil soll erst geliefert werden, wenn dieser in Pogg. Ann. vollständig erschienen sein wird; die citirte Stelle in Band LVI enthält fast weiter nichts als die Angabe, daſs die Capillaritäts-Erscheinungen der Gegenstand dieses zweiten Theiles sein werden; was aber die Zubereitung des Gemisches aus Alkohol und Wasser, die Einbringung der Flüssigkeiten in den Apparat, so wie die Vorsichtsmaſsregeln bei den Versuchen betrifft, so kann nur auf die Abhandlung selbst verwiesen werden,

auch sind hier die selbst Hrn. Plateau ungenügend erscheinenden Resultate der Versuche in cylindrischen Gefäfsen, bei denen die vertikale Achse fehlte und wo dem ganzen System eine Rotationsbewegung von Aufsen her mitgetheilt wurde, der Kürze wegen ausgelassen worden.

v. Morozowicz.

B. Hydraulik.

Köchlin. Nouvelle turbine. Inst. No. 651 p. 215*; Quesnev. rev. sc. XXVI. 257*; C. R. XXII. 1026*.

Marozeau. Circulation de l'eau dans la turbine construite par M. Köchlin. Inst. No. 652 p. 222*; C. R. XXII. 1099*.

Morin. Note sur l'application de la théorie du mouvement des fluides aux expériences de M. Marozeau. C. R. XXII. 1102*.

C. Dahlhaus. Neue und verbesserte Construktion der Turbine. Dingl. p. J. CI. 190*.

Fontaine-Baron. Épreuve de la turbine. Inst. No. 653 p. 229* No. 654 p. 238*.

Morin. Expériences sur la turbine de M. Fontaine-Baron. C. R. XXIII. 1.

Berthault. Nouveau système d'écluse. C. R. XXIII. 544*.

Miquel. Nouveau système de pompe à force centrifuge. C. R. XXIII. 1040*.

Passot. Expériences hydrauliques diverses. Inst. No. 653 p. 229; C. R. XXIII. 18*.

de Caligny. Machines hydrauliques. Inst. No. 660 p. 288*.

de Caligny. Turbines. Inst. No. 676 p. 418*.

de Caligny. Anciennes machines hydrauliques. Inst. No. 628 p. 12*.

de Caligny. Machines hydrauliques. Inst. No. 636 p. 84*.

de Caligny. Emploi de l'écluse à flotteur et à double compartiment de Busby. Inst. No. 642 p. 137*.

de Caligny. Histoire de l'hydraulique. Inst. No. 644 p. 154*.

Guettet. Mémoire sur quelques applications de l'hydraulique à la circulation du sang. C. R. XXII. 126*; Inst. No. 629 p. 19*.

---

9. Aërostatik und Aërodynamik.

---

a. Theorie.

Barré de Saint-venant. Formules relatives à l'écoulement de l'air. Inst. No. 611 p. 329; Berl. Ber. 1845 S. 82.

I. R. Christie. On the use of the barometric thermometer for the determination of relative heights. Phil. Trans. f. 1846 P. I. p. 121*; Phil. mag. XXVIII. p. 220*; Inst. No. 643 p. 147*.

I. I. Prechtl. Untersuchungen über den Flug der Vögel. Wien 1846. 8.

E. Ritter. Note sur la constitution des fluides élastiques. Mém. de l. soc. d. ph. de Genève. XI. p. 99*.

Duhamel. Sur les petits mouvements des molécules d'un gaz indéfini. Inst. No. 657 p. 263*.

In seinem eigentlich dem vorjährigen Jahresbericht angehörigen Artikel giebt Hr. de Saint-Venant eine Formel für die Menge des aus einem Behälter in einer gewissen Zeit ausgeströmten Gases, unter der Voraussetzung der Permanenz der Bewegung, d. h. eines sich gleich bleibenden Druckes sowohl innerhalb des Gasometers, als auch innerhalb des, das ausgeströmte Gas aufnehmenden Raumes. Ist Ω der Querschnitt der Oeffnung, $\Pi_{\prime}$ das specifische Gewicht des Gases in der Ausflufsöffnung, Π' dasselbe im aufnehmenden Raume, U die Geschwindigkeit an der Oeffnung und μ der Contraktionscoefficient, so ist das Volumen des ausgeströmten Gases bei der Dichtigkeit des aufnehmenden Raumes $=\mu\cdot\frac{\Omega\cdot\Pi_{\prime}}{\Pi'}\cdot U$, welchem Ausdruck Hr. de Saint-Venant nur eine andere Form giebt, indem er, das Princip der lebendigen Kräfte anwendend, und denselben Gang einhaltend, wie Navier in seinen *Leçons sur l'applic. de la méc. 2me p. num. 152* eine Gleichung für die Bewegung ansetzt, und aus dieser statt U einen andern durch Einführung beobachteter Constanten brauchbaren und auch von Pecqueur angewandten Ausdruck entnimmt.

Bezeichnet man nämlich den Druck auf das Gas im Gasometer mit P, die specifische Schwere in ihm mit Π; dieselben Gröfsen aufserhalb mit P' und Π', den Querschnitt der Oeffnung mit Ω, die Länge eines vor demselben angebrachten cylindrischen Ansatzrohres mit L, den Durchmesser desselben mit D, stellen ferner u, p, π die Geschwindigkeit, den Druck und die specifische Schwere des Gases in einem Punkte seines Weges dar, dessen Entfernung von der Oeffnung x ist; sind aufserdem U die Geschwindigkeit beim Austritt, U_0 die oberhalb der Oeffnung, u_0 und $u_{\prime}$ die Geschwindigkeiten kurz vor und nach der Oeffnung, an welcher wegen plötzlicher Verengung des Querschnitts ein Verlust an lebendiger Kraft entsteht, und $P_{\prime}$ und $\Pi_{\prime}$ der unbekannte Druck und das specifische Gewicht im Augenblick des Durchganges durch die Oeffnung Ω, g die Beschleunigung der Schwere $= 9{,}809^{m}$, so findet man, wenn man den erwähnten Gang einhält, aufserdem vorläufig von jeder Beziehung des Druckes p und der Dichtigkeit $\frac{\pi}{g}$ absieht, und die Reibung gegen die Wände des Rohres $= \beta u^2$, wo β eine Constante ist, annimmt, leicht die von Hrn. de Saint-Venant aufgestellte Formel:

$$\mu\Omega\cdot\frac{\Pi_{\prime}}{\Pi'}\cdot\ U=\mu\cdot\frac{\Omega\Pi_{\prime}}{\Pi'}\cdot\sqrt{\left\{\frac{2g\cdot\int_{P_1}^{P}\frac{dp}{\pi}}{1-\frac{U_0^{\,2}}{U^2}+\left(\frac{u_0}{U}-\frac{u_{\prime}}{U}\right)^2+\frac{8\beta}{D}\cdot\int_0^L\frac{u^2dx}{U^2}}\right\}}$$

Um den angenäherten Werth des von der Reibung abhängigen Integrals $\int_0^L\frac{u^2dx}{U^2}$ zu finden, nimmt Navier an, dafs p^2 gleichförmig von einem Ende der Ansatzröhre zum andern variirt; Hr. de Saint-Venant indefs meint, dafs man mit demselben Rechte u^2 so variiren lassen könnte, was obenein einfacher sei; sind dann u_1 und u_2 die Geschwindigkeiten an beiden Enden der Röhre so ist jenes bestimmte Integral

$$=\frac{8\beta L}{D}\cdot\frac{u_1^{\,2}+u_2^{\,2}}{2U^2}$$

Was das bestimmte Integral $\int_{P_1}^{P}\frac{dp}{\pi}$ betrifft, so kann man offenbar die Dichtigkeit eines in Bewegung begriffenen Gases nicht

mehr nach dem MARIOTTE'schen Gesetz dem Druck einfach proportional setzen, sondern etwa einer Potenz $\frac{1}{\gamma}$ desselben, wo $1>\gamma$, wie man es auch in der Theorie des Schalles um den Einflufs der Abkühlung bei der Ausdehnung zu berücksichtigen, thut; setzt man dann $\frac{1}{\gamma}=\varepsilon$, so wird:

$$\int_{P_1}^{P}\frac{dp}{\pi}=\frac{P^\varepsilon}{\Pi}\cdot\int_{P_1}^{P}p^{-\varepsilon}dp=\frac{P}{\Pi}\cdot\frac{1-\left(\frac{P_1}{P}\right)^{1-\varepsilon}}{1-\varepsilon},$$

$$=\frac{P-P_1}{\Pi}\left\{1+\frac{\varepsilon}{2}\,\frac{P-P_1}{P}+\frac{\varepsilon(\varepsilon+1)}{2\cdot 3}\cdot\left(\frac{P-P_1}{P}\right)^2+\ldots\right\}$$

ε ist kleiner als die Einheit, und da P_1 immer gröfser als P' sein mufs, so wird in allen Fällen wo $\frac{P-P'}{P}$ ein kleiner Bruch, auch die Klammer nahe 1 werden, und man hat für die ausgeströmte Menge:

$$\mu\cdot\frac{\Omega\cdot\Pi_1}{\Pi'}\cdot\sqrt{\left\{\frac{\frac{2g}{\Pi}\cdot(P-P_1)}{1-\frac{U_0^2}{U^2}+\left(\frac{u_0}{U}-\frac{u_1}{U}\right)^2+\frac{8\beta L}{D}\cdot\frac{u_1^2+u_2^2}{2\cdot U^2}}\right\}}.$$

Im Allgemeinen wird der Werth von γ nicht allein von der Abkühlung sondern auch von der Verschiedenheit des Druckes in den verschiedenen Richtungen abhängen, denn diese wird im Allgemeinen einen gröfsern mittlern Druck, von welchem die Dichtigkeit abhängt, hervorbringen, als es p ist, welches nur den Druck in der Richtung der Bewegung bezeichnet. Frühere Versuche, in denen $P-P'$ nur ein kleiner Bruch von P, haben Hr. DE SAINT-VENANT durch Vergleiche gezeigt, dafs man ihre Ergebnisse durch vorstehende Formel wohl darstellt, wenn man P' für P_1 und Π für Π_1 setzt, d. h. indem man annimmt, das Gas habe beim Ausströmen die Dichtigkeit des obern Raumes, stehe aber unter dem Druck des untern, ein Resultat, welches der Annahme $\varepsilon=o$ entspricht und die Gase für diesen Fall den Flüssigkeiten gleichstellt.

Neuere Versuche von PECQUEUR über welche PONCELET der Akademie einiges mittheilte[1], scheinen letztere Annahme sogar

[1] C. R. XXI. 178*.

so lange zu gestatten, als $P-P'$ noch $\frac{1}{4}P$ beträgt; für eine noch gröfsere Differenz beider Drucke fehlen aber die Versuche.

In den erwähnten Mittheilungen des Herrn Poncelet liefsen sich übrigens die Versuche genau durch eine Formel darstellen, die der des Herrn de Saint-Venant ganz ähnlich ist, und aus ihr hervorgeht, wenn man $\frac{u_1^2+u_2^2}{2U^2}=1$ und statt $1-\frac{U_0^2}{U^2}+\left(\frac{u_0-u_1}{U}\right)^2$ eine Constante setzt, die für den speciellen Fall jener Versuche zu 2,745 bestimmt wurde, die Eytelwein früher zu 1,515 bestimmt, d'Aubuisson sogar gleich der Einheit angenommen hatte, während sie, unter der Annahme eines Verlustes an lebendiger Kraft beim Eintritt in die Röhre, nach der Borda'schen Formel berechnet $=1+\left(\frac{1}{\mu}-1\right)^2=1{,}757$ hätte sein müssen, wenn μ einer aus jenen Versuchen selbst zu 0,535 bestimmter Contraktionscoefficient ist. Poncelet erklärt diese Differenz daraus, dafs die Geschwindigkeiten der einzelnen Molekeln beim Ausflufs zwar parallel aber ungleich seien, woraus hervorgeht, dafs die Summe der wirklichen lebendigen Kraft bedeutender ist, als die welche aus einer mittlern beobachteten Ausflufsgeschwindigkeit berechnet wird. Nahm Poncelet auf diesen Umstand Rücksicht, so fand er in der That jene Constante $=2{,}262$, also nahe dem aus jenen Versuchen folgenden Werthe 2,475.

Nachdem de Luc durch zahlreiche Messungen und Versuche das Gesetz zwischen der Abnahme des Druckes auf eine Flüssigkeit, also der Höhe des Barometerstandes, und dem Sinken des Kochpunktes festgestellt hatte [1], regte bekanntlich Wollaston zuerst die Idee an, das Thermometer als Höhenmefsinstrument zu benutzen. In der That giebt die Elimination der Barometerstände aus der Formel de Luc's mit Hülfe der Formel von Laplace eine Gleichung zwischen den Kochpunkten und den Höhen zweier Orte. Diese Gleichung in Bezug auf ihre Anwend-

[1] Recherches sur la variation de la chaleur de l'eau bouillante p. 140.

barkeit zu prüfen, ist der Gegenstand von Untersuchungen des Herrn Christie geworden, zu denen eine Bemerkung in dem Werke von Forbes über die Alpen, dafs nämlich bei je 550′ Erhebung der Kochpunkt einen Grad der Fahrenheit'schen Skala sinke, ihn veranlafste. Hr. Christie hat auf 38 Stationen innerhalb der Savoyer, Piemonter und Schweizer Alpen die Kochpunkte beobachtet, die correspondirenden Höhen berechnet, und sie mit denen verglichen, die durch andere Hülfsmittel, namentlich Barometerhöhen bestimmt worden sind.

Die Formel de Luc's reducirt er auf englische Einheiten in folgender Form:

$$b = \frac{99}{0,899} \cdot \log. 10\beta - 60,804,$$

wo b der veränderliche Kochpunkt an der Fahrenheit'schen Skala, β die entsprechende Barometerhöhe in englischen Zollen ist. Mit der Formel von Laplace verbunden, giebt dieselbe

$$H = 547,99(b - b') \left\{1 + (t - 32^{\circ}) \cdot 0,00222\right\}$$

wo b und b' die Kochpunkte zweier Stationen, H deren Höhenunterschied in englischen Fufsen und t die mittlere Temperatur beider Stationen ist.

Die abgeleiteten Höhen der 38 Stationen stimmen in einigen Fällen, von denen Hr. Christie bemerkt, dafs es grade diejenigen seien, bei denen sowohl auf seine eigenen Beobachtungen als auf frühere Höhenbestimmungen am meisten Verlafs sei, mit jenen früher gefundenen Höhen ziemlich genau überein so z. B. St. Remy, 5′ höher als eine Messung von Saussure, Brussone 1′ tiefer, als eine Messung von Forbes ergeben; bei andern gehen indefs die Differenzen bis auf 800′ so bei: Domo d'ossola, Brieg etc.

Hr. Christie hat aber eine andere Art der Controlle, unabhängig von frühern Messungen geschaffen; nach sorgfältiger Bestimmung der Höhenunterschiede der Sternwarte von Genf und des Hospizes auf dem grofsen Bernhard bestimmte er für jede Station einmal die Höhe über Genf und dann die Tiefe unter dem St. Bernhard; die Summe beider Zahlen mufs immer constant sein, und ist es allerdings für die von Hr. Christie als zuverlässig angegebenen Bestimmungen; immer aber war die

Abweichung geringer als die verschiedener barometrischer Höhenmessungen von einander. Hr. Christie glaubt aus seinen Untersuchungen und Resultaten den Schlufs ziehen zu können, dafs das barometrische Thermometer, wie er sein für den Zweck jener Messungen eingerichtetes Instrument nennt, sehr wohl zu Höhenbestimmungen geeignet sei, ja vielleicht genauere Resultate geben könne als das Barometer, dafs wenn indefs eine gewisse Unsicherheit in den Angaben des Instruments liege, dies dessen Unvollkommenheit nicht sowohl, als seiner ungemeinen Empfindlichkeit zuzuschreiben sei, die jeden kleinen Wechsel des atmosphärischen Druckes schon angebe, den das trägere Barometer noch nicht erkennen lasse.

Das Mariotte'sche Gesetz der umgekehrten Proportionalität des Volumens eines Gases mit dem Drucke unter welchem es steht, und das Gesetz Gay-Lussac's der Gleichförmigkeit ihres Ausdehnungscoefficienten, welche beide bis in die neuste Zeit als unbestrittene Wahrheiten dastanden, sind durch die Genauigkeit des jetzigen Experimentirens in der Art erschüttert worden, dafs man sie nur als, wenn auch ziemlich genaue erste Annäherungen betrachten kann, welche noch einer Correctur bedürfen. Diese sucht Hr. Ritter darin, dafs seiner Meinung nach, der Abstand der Moleküle der Gase, namentlich derer, bei denen eine Abweichung von jenen Gesetzen nachgewiesen, nicht so gering ist, dafs sie nur der von der Wärme herrührenden Repulsion gehorchen, sondern dafs in diesem Abstande wohl die Attraction der Moleküle noch in Betracht komme, eine Annahme, die durch den Umstand wohl noch gerechtfertigter erscheint, dafs beim Uebergang von Körpern aus dem flüssigen in den gasförmigen Zustand der Abstand der Moleküle oft nur um das 6fache, höchstens um das 15fache wächst. Der Zweck des Aufsatzes des Hrn. Ritter ist nun, zu zeigen, wie Ausnahmen von jenen 2 Gesetzen sich sowohl in Bezug auf ihren Sinn, als ihren numerischen Werth durch die Annahme einer Attraction zwischen den Molekülen erklären lassen. Freilich kennt man die Funktion, welche die Abhängigkeit zwischen Molekularattraction und der

Entfernung der Moleküle ausdrückt, nicht, indefs gelangt Herr RITTER wenigstens zu einer Annäherung an seinen Zweck auch ohne jene Funktion; gehen wir nun gleich dazu über, auf welche Weise dies geschieht.

Bezeichnet p den Gesammtdruck, p' den von der Wärme, p'' den von der Attraction herrührenden Theil, so werden wir setzen müssen:

$$p = p' - p''$$

p' ist nach GAY-LUSSAC $= a\varrho(1+\alpha t)$, wo a eine von der Natur des Gases abhängige Constante, α der Ausdehnungscoefficient, t die Temperatur ist. Das Glied p'', der Anziehung entsprechend, nimmt Hr. RITTER nach POISSON[1] unter den Voraussetzungen, dafs die Entfernung der Moleküle grofs genug ist, um die Anziehung in der Verbindungslinie der Schwerpunkte derselben annehmen zu können, und dafs obenein die Stellungen derselben symmetrisch um das betrachtete Molekül sind:

$$p'' = \frac{1}{6\varepsilon^3} \Sigma r \cdot fr$$

wo ε die Molekulardistanz, r die Entfernung zweier betrachteten Moleküle innerhalb der Wirkungssphäre eines Molekels und fr die Anziehung derselben ist. Die Summe Σ begreift eigentlich nur die Molekeln innerhalb der Wirkungssphäre des betrachteten; da indefs fr für jeden angebbaren Werth von r verschwindet, so kann man die Summe auf alle Werthe von $r = \varepsilon$ bis $r = \infty$ ausdehnen; nimmt man noch alle Molekeln zusammen, die auf einer Kugelfläche liegen, so wird:

$$p'' = \frac{2\pi}{3\varepsilon^5} \Sigma r^3 \cdot fr \text{ von } r = \varepsilon \text{ bis } r = \infty$$

Nach POISSON[2] ist aber:

$$\sum_{r=\varepsilon}^{r=\infty} Fr = \frac{1}{\varepsilon} \int_0^\infty Frdr - \tfrac{1}{2}F(o) + \frac{2}{\varepsilon} \int_0^\infty \left[\sum_{i=1}^{i=\infty} \cos \frac{2i\pi x}{r} \right] Frdr$$

oder durch theilweise Integration des letzten Integrals, mit Vernachlässigung des Restes (siehe bezüglich hierauf das eben citirte Mémoire), also wenn man, ohne die Funktion $f(r)$ zu kennen, die Annahme machen will, dafs die erhaltene Reihe convergirt:

[1] Journal de l'École polyt. XIII. p. 33*.

[2] Mém. de l'Ac. des sc. à Par. tome VI.

$$\sum_{r=\varepsilon}^{r=\infty} Fr = \frac{1}{\varepsilon}\int_0^\infty Fr\,dr - \tfrac{1}{2}F(o) - \tfrac{1}{12}\varepsilon F'(o) + \tfrac{1}{720}\varepsilon^3 F'''(o)$$

setzt man nun $Fr = r^3 \cdot fr$ so findet man, wenn man die nöthigen Vereinfachungen macht:

$$p'' = \tfrac{2}{3}\pi \cdot \frac{1}{\varepsilon^6} \cdot \int_0^\infty r^3 \cdot fr\,dr + \frac{4\pi}{3}\int_0^\infty \left[\sum_{i=1}^{i=\infty} \cos\frac{2i\pi r}{\varepsilon}\right] r^3 \cdot fr\,dr$$

oder wieder entwickelt:

$$p'' = \tfrac{2}{3}\pi \frac{1}{\varepsilon^6}\int_0^\infty r^3 \cdot fr\,dr + \frac{\pi}{180}\,\frac{1}{\varepsilon^2}\cdot f(o) - \frac{\pi}{756} f''(o) + \text{etc.}$$

Da die Dichtigkeit ϱ proportional $\frac{1}{\varepsilon^3}$ ist, so kann man die beiden letzten Gleichungen auch schreiben:

$$p'' = b\varrho^2 + c\varrho^2 \int_0^\infty \left[\sum_{i=1}^{i=\infty} \cos\frac{2i\pi r}{\varepsilon}\right] fr\,dr \text{ oder:}$$

$$p'' = b\varrho^2 + c\varrho^{\frac{4}{3}} + d + e\varrho^{-\frac{2}{3}} + fr^{-\frac{4}{3}} + gr^{-2} + \text{etc.}$$

und findet endlich hieraus:

$$p = a\cdot\varrho(1+\alpha t) - b\varrho^2 - c\varrho^2 \cdot \int_0^\infty \left[\sum_{i=1}^{i=\infty} \cos\frac{2i\pi r}{\varepsilon}\right] r^3 \cdot fr\,dr$$

$$= a\varrho(1+\alpha t) - b\varrho^2 - c\varrho^{\frac{4}{3}} - d - e\varrho^{-\frac{2}{3}} - fg^{-\frac{4}{3}} - gr^{-4}$$

Die Werthe der Constanten b, c, d etc. sind numerische Faktoren, multiplicirt mit einer Ableitung von fr für $r = o$; sie sind also nur genau zu bestimmen wenn fr bekannt ist; da die numerischen Faktoren indessen ungemein rasch abnehmen, so dafs z. B. bei e der Faktor $\frac{1}{30240}$ steht, so begnügt sich Hr. Ritter als einer zweiten Annäherung an das Gesetz der Natur mit dem Ausdruck:

$$p = a\varrho(1+\alpha t) - b\varrho^2.$$

Ist $b = o$, also gehorcht das Gas bei seiner Ausdehnung genau dem Mariotte'schen Gesetz, so ist sein Ausdehnungscoefficient α; in allen andern Fällen werden die Versuche stets einen zu grofsen Coefficienten geben, aber auch einen verschiedenen, je nachdem man das Gas unter constantem Druck oder unter constantem Volumen betrachtet.

Sei nun α' der Ausdehnungscoefficient für constanten Druck, bedenkt man, dafs wenn die Dichtigkeit bei 0° gleich ϱ, sie bei 100° gleich $\frac{\varrho}{1+100\alpha'}$ sein wird, so hat man:

bei 0° $p = a\varrho - b\varrho^2$

bei 100° $p = a\varrho \frac{(1+100\alpha)}{1+100\alpha'} - \frac{b\varrho^2}{(1+100\alpha')^2}$

hieraus durch Elimination von p

$$1+100\alpha' = \frac{1+100\alpha + \sqrt{\left\{(1+100\alpha)^2 + \left(1-\frac{2b\varrho}{a}\right)^2 - 1\right\}}}{2\left(1-\frac{b\varrho}{a}\right).}.$$

Ist hingegen α'' der Ausdehnungscoefficient bei constantem Volumen, d. h. derjenige, der sich durch eine Aenderung des Drucks kund giebt, wenn die Dichtigkeit dieselbe bleibt, so hat man, wenn p den Druck bei 0°, also $p(1+100\alpha'')$ derselbe bei 100° ist

bei 0° $p = a\varrho - b\varrho^2$

bei 100° $p(1+100\alpha'') = a(1+100\alpha)\varrho - b\varrho^2$

und hieraus:

$$\alpha'' = \frac{a}{a-b\varrho}\cdot\alpha.$$

Zum Vergleiche seiner Resultate mit Beobachtungen nimmt Hr. Ritter den von Regnault für den Wasserstoff angegebenen Werth von $\alpha = 0{,}0036613$, weil dies der kleinste beobachtete Werth von α ist, und durch seine geringe Veränderung zwischen 1 und $3\frac{1}{2}$ Atmosphären zugleich anzudeuten scheint, dafs jenes Gas genau dem Mariotte'schen Gesetz folge; legt er dann Versuche von Regnault[1] zu Grunde, bestimmt aus diesen erst a und b und dann α' und α'', so erhält er folgende Tabelle:

1. Trockene atmosphärische Luft.

$p = 761\varrho - \varrho^2$ also $a = 761$, $b = 1$.

Druck.	Dichtigkeit.	Ausdehn.-Coeff. b. const. D.	Versuch.	Ausdehn.-Coeff. b. const. V.	Versuch.
1	1	0,0036716	0,0036706	0,0036661	0,0036650
3	3,008	0,0036865	($3\frac{1}{2}$) 0,0036944	0,0036758	0,0036894
5	5,0266	0,0037038		0,0036856	0,0037091
10	10,1215	0,0037475		0,0037106	
30	31,2433	0,0039391		0,0038116.	

[1] Ann. d. ch. et ph. 3me sér. t. IV. p. 5; t. V. p. 52; C. R. XX. 987, 994.

2. Kohlensäure.

$a = 500{,}5522, \quad b = 2{,}3230.$

$p = 500{,}5522\,\varrho - 2{,}3230\,\varrho^2.$

Unter constantem Volumen:

Druck.	Dichtigkeit.	berechnet.	beobachtet.
758mm,47	1,526072	0,0036874	0,0036856
901,09	1,815485	0,0036924	0,0036943
1742,73	3,539760	0,0037225	0,0037523
3589,07	7,426190	0,0037920	0,0038598
	Unter constantem Druck.		
760	1,529173	0,00370685	0,0037099
2520	5,157896	0,00381886	0,0038455.

Herr Duhamel theilt der *Societé philomatique* einen Auszug aus einer Arbeit über die kleinen Bewegungen eines im unendlichen Raum verbreiteten Gases mit. Von der gewöhnlichen Gleichung

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = a^2\left(\frac{d^2\varphi}{dx^2} + \frac{d^2\varphi}{dy^2} + \frac{d^2\varphi}{dz^2}\right)$$

ausgehend und das von Poisson gegebene allgemeine Integral derselben benutzend, betrachtet er zuerst den Fall, wo die ursprüngliche Erschütterung auf einen nach allen Richtungen unendlich wenig ausgedehnten Raum beschränkt ist, innerhalb dessen die Condensation und Geschwindigkeitscomponenten durch stetige Funktionen ausgedrückt sind, deren Werthe, so wie die ihrer verschiedenen Ableitungen innerhalb dieses Raumes als nahebei constant anzunehmen sind; es werden dann die Geschwindigkeiten zweier auf ein und derselben durch die Erschütterungsspäre gehenden Graden liegenden Moleküle parallel sein, und ihre Richtung wird nur abhängen von der jener Graden; die Gröfsen derselben aber im umgekehrten Verhältnifs der Entfernung der Moleküle von der Erschütterungssphäre stehen.

Ein zweites, ebenfalls ohne Entwickelung hingestelltes Resultat ist, dafs am Ende einer gewissen Zeit sich in jedem Punkte

ein constantes Verhältnifs zwischen der Geschwindigkeit in der Richtung des Radius vectors und der Condensation in diesem Punkte herstellt; ein Satz, der denselben von EULER für den einfachen Fall der linearen Fortpflanzung des Schalles in sich schliefst. Im Falle, dafs der Anfangszustand nur eine Condensation ist, die anfänglichen Geschwindigkeitscomponenten also Null sind, sind die Geschwindigkeiten aller Moleküle von einer gewissen Entfernung an unter sich und derjenigen Richtung parallel, in welcher die anfängliche Condensation Maximum ist, eine Richtung, die normal auf den Flächen gleicher Dichtigkeit innerhalb der Erschütterungssphäre steht. Die Condensation verändert sich auf demselben Radius vector im umgekehrten Verhältnifs der Entfernung vom Pol der Coordinaten, und die Richtung, für welche sie bei demselben Abstand vom Pol den gröfsten Werth hat, ist genau die der Geschwindigkeit, und normal auf den Flächen gleicher Dichtigkeit. In dem Falle, wo keine ursprüngliche Condensation stattfindet, sondern nur allen Punkten innerhalb der Erschütterungssphäre, und zwar im allgemeinen nach allen Richtungen Geschwindigkeiten mitgetheilt worden sind, werden die Geschwindigkeiten für alle Punkte eines Radius vectors parallel; die Richtung ist im allgemeinen nicht die des Radius, und verändert sich von einem Radius zum andern; nur 3 Radien giebt es, welche die Eigenschaft besitzen, dafs alle auf ihnen liegenden Moleküle Geschwindigkeiten haben, deren Richtungen in jene Radien fallen; es sind dieselben rechtwinklich zu einander und bilden im Allgemeinen ein einziges System; in gewissen Fällen nur giebt es eine unendliche Menge solcher Richtungen, die eine Ebene und ein Loth dazu bilden; endlich kann es kommen, dafs nach allen Richtungen vom Pol aus die Bewegungsrichtung mit der des Leitstrals zusammenfällt. Waren die anfänglichen Geschwindigkeiten unter sich parallel, dann werden die, welche nach und nach die verschiedenen Punkte des Systems annehmen, jener Richtung stets parallel bleiben, ihrer Gröfse nach aber im umgekehrten Verhältnifs des Leitstrahls stehen.

Wenn man die Leitstrahlen sucht, deren Moleküle sich senkrecht zu ihrer Richtung bewegen, so findet man, dafs es deren

nicht immer giebt; dafs aber, wenn solche vorhanden sind, sie eine Kegelfläche zweiten Grades bilden.

In Bezug auf die Anwendung bemerkt Hr. Duhamel noch, dafs wenn die auf den Anfangszustand bezüglichen Funktionen nur zwei oder eine Veränderliche enthalten, d. h. wenn dieser Zustand für einen Cylinder, oder für den Raum zwischen zwei, einer der Coordinatenebenen parallelen Ebenen gegeben ist, die Bewegung aufserhalb jener Grenzen liegender Moleküle, nachdem sie einmal eingetreten ist, nie wieder ganz aufhört, wie dies geschieht, wenn die Funktionen alle drei Coordinaten enthalten; denn während hier die in einem endlichen Raum eingeschlossenen Moleküle nur eine endliche Zeit lang entfernte Moleküle afficiren, wirken in den andern Fällen nach und nach alle Moleküle des Cylinders, oder zwischen jenen Ebenen bis ins Unendliche, ihre Wirkungen treten nach einander ein und hören nie auf; aber die spätern Eindrücke der entfernteren Moleküle werden immer schwächer, und die Bewegung des afficirten Moleküls daher immer geringer und sich der Grenze Null nähernd.

v. Morozowicz.

---

b. Angewandte Aëromechanik.

A. L. Crelle. Mémoire sur les différentes manières de se servir de l'élasticité de l'air atmosphérique comme force motrice sur les chemins de fer. Crelle's J. XXXII. 14, 124, 231, 311*.

Crena. Appareil pour faire équilibre à l'action de la gravité par la pression atmosphérique. C. R. XXIII. 767*.

Wollbrett. Appareil destiné à mesurer la vitesse d'expansion des gaz dans le vide sons diverses conditions thermométriques, hygrométriques etc. C. R. XXIII. 1056.

Dupuis. Idées sur un moyen de faire marcher les aërostats. C. R. XXII. 179.

Galvagno. Nouvelle machine aërostatique. C. R. XXIII. 1091.

10. Elasticität.

A. Elasticität fester Körper.

G. Wertheim. Sur l'élasticité et sur la cohésion des principales tissus du corps humain. C. R. XXIII. 1151*; Inst. No. 678. p. 435*; Fror. Nat. 1847. No. 13. p. 196*.

Chevandier et Wertheim. Mémoire sur les propriétés mécaniques des bois. C. R. XXIII. 663*; Dingl. p. J. CIII. 305*; Bull. d. l. soc. d'enc. 1846. p. 575.

G. Wertheim. Ueber die Elasticität und Cohäsion der vorzüglichsten Gewebe des menschlichen Körpers.

Hr. Wertheim hat in dieser Arbeit seine werthvollen Untersuchungen über Elasticität und Cohäsion der Körper auch auf die verschiedenen Gewebe des menschlichen Körpers ausgedehnt, worüber vor ihm erst sehr vereinzelte Angaben vorhanden waren. Von diesen führt der Verfasser die Abhandlung W. Weber's, über die Elasticität der Seidenfäden [1] und die Versuche von Musschenbroek, Cliston, Wintringham, Hales und von Valentin, Otz und Henri [2] über die Cohäsion der thierischen Gewebe an; es sind aber noch hinzuzufügen, die freilich nur wenige Monate zuvor bekannt gemachten trefflichen Untersuchungen E. Weber's über die Elasticität der Muskeln, welcher, was allein die ruhenden Muskeln betrifft, folgendes fand: „die Muskeln werden schon „durch kleine Gewichte sehr beträchtlich ausgedehnt: aber ihre „Ausdehnung nimmt nicht in gleichem Maafse entsprechend zu „bei gröfserer Belastung; oder mit anderen Worten die elastischen „Kräfte der Muskeln leisten den ersten Graden der Ausdehnung „nur einen sehr geringen Widerstand. Dieser Widerstand wächst

[1] Pogg. Ann. Bd. XXXIV. S. 247*.

[2] Valentin's Lehrbuch der Physiologie des Menschen u. s. w. Braunschweig. 1844. Bd. I.

„aber sehr beträchtlich, je mehr sie weiter ausgedehnt werden „sollen.[1]"

Von dem Verfahren, dessen sich Hr. Wertheim bei seinen Versuchen bediente, erfährt man folgendes. Die Gewebe wurden in Stücken von möglichst grofser Länge, und von möglichst gleichförmigem Querschnitte in ihrer ganzen Länge, männlichen und weiblichen Leichen zwischen den Altersgrenzen von einem Jahr und 75 Jahren entnommen. Sofort wurde die Dichtigkeit bestimmt, das Stück mit dem einen Ende eingespannt, und mit dem Kathethometer der Abstand zweier Merkzeichen, zuerst mit Belastung, dann ohne dieselbe, gemessen. Die letztere Messung wurde mehreremal in gleichen Zeitabständen wiederholt, unstreitig, um die zuerst von W. Weber bei den Seidenfäden wahrgenommene nachträgliche Verkürzung zu verfolgen, dann wurde die Belastung vergröfsert und so bis zur Zerreifsung fortgefahren. Was die Knochen anlangt, so wollte Hr. Wertheim sich zuerst der Fibula bedienen; er verzichtete jedoch darauf, weil er erstens Schwierigkeiten fand, dieselbe an dem einen Ende einzuspannen, und weil es zweitens nicht leicht gewesen wäre, den mittleren Querschnitt des Knochens zu bestimmen, was nothwendig war, um die Ergebnisse auf die Einheit des Querschnittes zurückzuführen. Jene Schwierigkeiten bestehen aber darin, dafs, wenn man nur die Epiphyse am einen oder am andern Ende einzuspannen versucht, die Diaphyse schon unter einer Belastung von 140 Kgr. abreifst; will man aber die Diaphyse selber mit dem Schraubstock fassen, so zersplittert sie bereits unter einem verhältnifsmäfsig geringem Druck. Hr. Wertheim schenkte hienach dem Verfahren den Vorzug, aus dem Schenkelknochen oder der Fibula dünne, gerade und wohl calibrirte Streifen mit der Säge auszuschneiden, und diese dem Versuch zu unterwerfen.

Leider waren die Leichen, denen die Gewebtheile entnommen wurden, stets schon drei oder vier Tage alt. Um sich zu versichern, dafs die begonnene Fäulnifs von keinem besonderen Einflufs auf die Ergebnisse war, machte Herr Wertheim einen

[1] R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie u. s. w. Braunschweig. Bd. III. Abth. 2. S. 109*. (September 1846).

Gegenversuch mit einer Sehne, einem Muskel, einem Nerven einer Arterie und einer Vene aus der rechten Seite eines frischgetödteten Newfoundländer Hundes; nach fünf Tagen wurden die entsprechenden Theile aus der linken Seite geprüft. Es zeigte sich, dafs, die Muskeln ausgenommen, die für die menschlichen Gewebetheile gefundenen Zahlen Vertrauen verdienen; was die Muskeln betrifft, so müssen die Elasticitätscoëfficienten erst mit 1,15, und die Cohäsionswerthe mit 1,44 multiplicirt werden, um die richtigen Zahlen für die frischen Muskeln zu erhalten. Ich kann indessen den Zweifel nicht unterdrücken, dafs diese Gegenversuche, diese Correktionen nicht hinreichen werden, um das Mifstrauen der Physiologen einzuschläfern, im Angesicht von Bestimmungen physikalischer Grundeigenschaften an organischen Gebilden, die bereits der Zerstörung durch die Fäulnifs anheimgefallen sind. Die Physiologen werden mit Recht beklagen, dafs Hr. Wertheim nicht vorgezogen hat, seine schönen Versuche an den lebenskräftigen Gewebtheilen frischgetödteter Schlachtthiere anzustellen, statt an den welken Gliedern der Opfer, welche in den Krankenhäusern traurigen Leiden erlegen sind. Die Physiologen werden nicht aufhören, sich vorzustellen, dafs der Unterschied der Thierart vom Menschen zum Schlachtvieh in Betreff derartiger Untersuchungen von unendlich geringerem Belang sei, als der durch eine drei- bis viertägige Fäulnifs an einem und demselben Thiere nach dem Tode entstandene.

Wie dem auch sei, Hr. Wertheim theilt folgende Schlüsse aus seinen Erfahrungen mit:

1. Die Dichtigkeit der Sehnen, Muskeln und Venen nimmt mit dem Alter ab. Weder die Knochen, noch die Nerven und Arterien zeigen dasselbe mit einiger Beständigkeit. Die Dichtigkeit der letzteren wächst vielmehr merklich wegen der Verdickung (?) und Verknöcherung ihrer Wände. Die Knochensubstanz der Weiber scheint eine geringere Dichtigkeit zu besitzen, als die der Männer.

2. Für das Knochengewebe gilt das lineare Gesetz der Verlängerungen bei gleichmäfsig fortschreitenden Belastungen, wie für die unorganischen Körper und die Nutzhölzer. Die Weichtheile dagegen, in ihrem natürlichen Zustande der Feuchtigkeit,

befolgen ein abweichendes Gesetz, welches sich sehr nahe durch den einen Zweig einer Hyperbel darstellen läfst, deren Scheitel mit dem Anfangspunkte der Coordinaten zusammenfällt.

3. Sind die elastischen und dauernden Verlängerungen sehr bedeutend, wie z. B. bei den Gefäfswänden, so wachsen die ersteren in viel kleinerem Maafse (*les allongements élastiques s'accroissent dans un rapport beaucoup moindre*). Dies rühre von der Gröfse der nachträglichen Verlängerungen her, die zu den augenblicklichen hinzugerechnet werden müfsten, um das allgemeine Gesetz zu bewahrheiten.

4. Behält man für den Elasticitätscoëfficienten der Weichtheile die Begriffsbestimmung bei, die diesem Ausdruck bei den Metallen zukommt, so kann man denselben in jedem einzelnen Falle durch die Auflösung einer Gleichung des zweiten Grades finden.

5. Die Elasticitätscoëfficienten der Knochen, Sehnen und Nerven scheinen mit dem Alter zu wachsen, während der der Muskeln beträchtlich abnimmt.

6. Wenn man die Gewebe nach der Gröfse ihrer Elasticitätscoëfficienten oder Cohäsionswerthe ordnet, erhält man in beiden Fällen nachstehende Reihe: Knochen, Sehnen, Nerven, Muskeln, Venen, Arterien.

7. Die Cohäsion der Muskeln nimmt mit dem Alter ab.

8. Die Nervenstämme haben, bei gleichem Querschnitt, eine geringere Cohäsion als ihre nächsten Verzweigungen, und wiederum diese eine geringere als die Hautnerven (*nerfs cutanés*); so dafs jene Eigenschaft im umgekehrten Verhältnifs zum Durchmesser der Nerven zu stehen scheint. — Dies rührt, wie ich vermuthe, daher, dafs die Cohäsion der Nerven wohl hauptsächlich durch ihre Bindgewebehülle bedingt ist; diese mufs aber bei abnehmendem Durchmesser sichtlich langsamer als das Innere an Querschnitt abnehmen.

9. Durch die Austrocknung gewinnen sämmtliche Gewebe an Elasticität und Cohäsion. Die Excentricität ihrer Hyperbeln vermindert sich und die Curven nähern sich mehr und mehr einer Geraden, welche gewissermaafsen zu betrachten ist als die

Grenze aller der Hyperbeln, welche den mannigfaltigen Trocknifsgraden eines und desselben Gewebes entsprechen.

Dr. E. du Bois-Reymond.

Ueber die Eigenschaften der Holzarten hinsichtlich ihrer technischen Anwendung haben die Herren Chevandier und Wertheim Versuche angestellt, welche als dem rein praktischen Gebiete anheimfallend, hier nur kurz erwähnt werden können. Die Hrn. Verf. ordnen die untersuchten Holzarten in Rücksicht auf ihre Elasticität, Härte und Dauerhaftigkeit wie folgt: 1) Akazie, 2) Tanne, 3) Eiche, 4) Buche und Birke. Hiernach empfehlen sie die Anwendung des Akazienholzes bei Eisenbahnbauten.

Dr. G. Karsten.

B. Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten.

Despretz. Note sur la compression des liquides. C. R. XXI. 216*; Inst. No. 604. p. 267*.

Aimé. Ueber die Zusammendrückung der Flüssigkeiten. Pogg. Ann. Ergzgsbd. II. 228*; Ann. d. ch. et de ph. VIII, 257.

V. Regnault. Mémoire sur la compressibilité des liquides, et en particulier sur celle du mercure. C. R. XXIII. 837*; Inst. No. 670. p. 365*.

Despretz. Notiz über die Compression der Flüssigkeiten.

In dieser Notiz erwähnt Hr. Despretz zwei Punkte aus seinen früheren Beobachtungen über die Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten, welche freilich nicht bekannt sein konnten, da Hr. Despretz diese Beobachtungen nirgends publicirt hat, es sei denn in seinem *Traité élémentaire de physique*[1]. Herr Despretz hatte 1823 zugleich mit Colladon und Sturm um den von der Pariser Akademie über die Compression der Flüssigkeiten ausgesetzten Preis concurrirt, dann aber, als der Con-

[1] Quatrième édition. Paris 1836. p. 76.

curs verschoben wurde, seine Abhandlung zurückgezogen. Herr Despretz wendete, wie aus der vorstehenden Notiz hervorgeht, ein Piëzometer an, welches etwas von dem Oersted'schen verschieden ist. Sodann will er gefunden haben, dafs die Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten mit zunehmendem Drucke abnehme. Dies sind die beiden wesentlichen Punkte der historischen Notiz, von denen indefs der letztere nicht nur mit den älteren Beobachtungen von Colladon und Sturm, sondern auch mit den neueren von Aimé im Widerspruch ist. Da wie gesagt die Abhandlung des Hrn. Despretz nirgends bekannt gemacht ist, so läfst sich nicht entscheiden, welcher Werth auf diese Beobachtung gelegt werden kann.

Aimé. Ueber die Zusammendrückung der Flüssigkeiten.

Diese Abhandlung gehört eigentlich einem früheren Jahre an, indessen will ich aus der in Pogg. Ann. Ergänzgsbd. II. i. J. 1846 erschienenen Uebersetzung wenigstens die Hauptresultate der Untersuchung entnehmen, um für die demnächst zu erwartende Arbeit von Regnault über denselben Gegenstand den Lesern dieses Buches die Vergleichung zu erleichtern.

Hr. Aimé stellte seine Versuche mit Ausflufsapparaten an, und erzielte die Compression der Flüssigkeiten dadurch, dafs er die Apparate bis zu bestimmten Tiefen in das Meer einsenkte. Dies Verfahren gestattete ihm seine Versuche ohne Gefahr bis zu einem sehr hohen Druck auszudehnen. Die Correktionen für die Temperaturänderungen und die Compression des Glases der Gefäfse sind überall angebracht, nur vermisse ich den Nachweis wie die Tiefe im Meere bestimmt wurde, in welcher sich der Apparat befand, und ebenso wie die Temperaturbestimmungen unter Wasser gemacht wurden. Der letztere Punkt wäre schon deswegen interessant, da gegen die Richtigkeit der Temperaturangaben durch das Maximum- und das Minimum-Thermometer von verschiedenen Seiten Einwände erhoben worden sind, während die genaue Kenntnifs der Temperaturen natürlich von der gröfsten Wichtigkeit für die Berechnung der Resultate ist. In

der folgenden Tabelle sind die wahren Zusammendrückungen von 13 Flüssigkeiten für den Druck einer Atmosphäre enthalten.

Name der Flüssigkeit.	nach Aimé bei 12°.6 C.	nach Colladon u. Sturm bei 0°.
Süfses Wasser	0.0000502	0.0000488
Alkohol von 32° Baumé	0.0000682	
Desgl. von 40° Baumé	0.0000996	0.0000944
Kleesäure	0.0000479	
Essigsäure	0.0000512	
Schwefelsäure	0.0000332	0.0000302
Chlorwasserstoffsäure .	0.0000432	
Ammoniak	0.0000376	0.0000363
Meerwasser	0.0000413	
Schwefelsaures Natron .	0.0000444	
Naphta	0.0000756	
Terpenthinöl	0.0000657	0.0000713
Quecksilber	0.0000040	0.0000033.

Gegen die oben erwähnte Notiz von Hrn. Despretz folgt aus den bis zu 220 Atmosphären ausgedehnten Versuchen des Hrn. Aimé die Proportionalität der Zusammendrückbarkeit mit dem Druck.

V. Regnault. Abhandlung über die Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten und besonders über die des Quecksilbers.

Bis jetzt ist nur der Titel dieser Abhandlung bekannt geworden.

Dr. G. Karsten.

---

11. Gase und Dämpfe. Elasticität und Dichtigkeit derselben.

Muncke. Elasticität des Wasserdampfes bei niederen Temperaturen. Pogg. Ann. LXVII. 376*.

Holtzmann. Ueber die theoretische Formel für die Spannkraft des Wasserdampfes. Pogg. Ann. LXVII. 382*

V. Regnault. Sur la loi de la compressibilité des fluides élastiques. C. R. XXIII. 787*; Inst. No. 669 p. 358*; Quesnev. rev. sc. XXVII. 379*; Arch. d. sc. nat. II. 66*. III. 323*; Pogg. Ann. LXVII. 534*.

Despretz. Note à l'occasion du mémoire lu par M. Regnault sur la compressibilité des fluides élastiques, dans la séance du 26 octobre dernier. C. R. XXIII. 840*; Inst. No. 672 p. 383*. No. 675 p. 413*.

V. Regnault. Réponse aux observations de Mr. Despretz. C. R. XXIII. 844*.

V. Regnault. Elasticität des Wasserdampfes bei verschiedenen Temperaturen und Pressionen. Dingl. p. J. XCIX. 481*; Mech. mag. XLIV. 11*.

Shortredo. Sur la force élastique de la vapeur. Inst. No. 676 p. 423*.

J. Davy. Vaporisation du mercure à la température ordinaire. Inst. No. 632 p. 56*; Edinb. J. XXXIX. 49*; Dingl. p. J. XCVII. 400* (s. a. Berl. Ber. I. 116).

Aimé. Condensation der Gase durch Druck. Pogg. Ann. Ergzgsbd. II. 244*; Ann. d. ch. et d. ph. VIII.

A. Bineau. Recherches sur les relations des densités de vapeur avec les équivalents chimiques. C. R. XXIII. 414*; Ann. d. ch. et d. ph. XVIII. 226.

G. Grimelli. Indicazione teorico-pratica di un metodo barometrico destillatore. Racc. fis. chem. ital. 1846. I. 567*.

Muncke. Elasticität des Wasserdampfes bei niedrigen Temperaturen.

Hr. Muncke theilt in dem vorliegenden Aufsatze einige Probeversuche mit, die er vermittelst des Prechtl'schen Dampfmessers zur Bestimmung der Elasticität des Wasserdampfes bei niedrigen Temperaturen angestellt hat. Der Dampfmesser ist von Prechtl selbst (Wiener Zeitschr. I. 383) und von Muncke (Gehl. n. Wörterb. X. 1086) beschrieben worden. Er besteht aus einem he-

berförmigen, gröſstentheils mit Quecksilber gefüllten Barometerrohre, dessen einer Schenkel luftleer ist, während der andre etwas Wasser enthält. Beide Schenkel sind sorgfältig von aller Luft befreit und zugeschmolzen. Hr. MUNCKE giebt ein Verfahren an durch welches es gelingen soll den schwierig anzufertigenden Apparat mit Sicherheit herzustellen.

Bei den Beobachtungen, welche in der Abhandlung mitgetheilt sind um die Brauchbarkeit des Apparates zu beweisen, wurden nur Zehntel-Linien der Quecksilberhöhen und Zehntel-Grade des RÉAUMUR'schen Thermometers abgelesen. Hr. MUNCKE theilt alsdann eine Reihe von auf 5 Decimalen berechneten, für den Einfluſs der Wärme und für constante Fehler corrigirten Werthen der Elasticität des Wasserdampfes mit. Diese Werthe zeigen keine groſse Regelmäſsigkeit, was Hr. MUNCKE ohne Zweifel mit Recht dem Umstande zuschreibt, daſs die Ablesung der Quecksilberhöhen und Temperaturen nicht genau genug sei. Indessen scheint mir diese Fehlerquelle doch nicht hinreichend die groſsen Abweichungen zu erklären. Die folgende kleine Tabelle giebt eine Vergleichung der von Hrn. MUNCKE gefundenen Elasticitäten des Wasserdampfes bei niedrigen Temperaturen mit den nach der Formel von MAGNUS berechneten.

Temperatur nach R.	Elasticität in Par. Lin.		Differ.
	MUNCKE	MAGNUS	
+ 2° R	2.34873	2.40492	+ 0.05619
+ 1	2.18894	2.19792	+ 0.00898
0	2.03918	2.00592	— 0.03326
— 1	1.93940	1.83084	0.10856
2	1.83963	1.66896	0.17067
3	1.53985	1.51920	0.02065
4	1.49008	1.38084	0.10924
— 5	1.34030	1.25544	— 0.08486

Die Regelmäſsigkeit der Abnahme ist wie man sieht in den von Hrn. MUNCKE gefundenen Werthen sehr gering, und die Abweichungen gegen die MAGNUS'schen Werthe betragen mitunter mehr als einem ganzen Temperaturgrade entspricht, wovon der Grund wohl darin zu suchen sein möchte, daſs schwerlich der ganze Apparat bei den Beobachtungen dieselbe Temperatur besitzt.

C. Holtzmann. Ueber die theoretische Formel für die Spannkraft des Wasserdampfes.

Hr. Holtzmann vertheidigt die von Roche zuerst aufgestellte Formel für die Elasticität des Wasserdampfes, zu der Hr. H. ebenfalls durch eine theoretische Betrachtung geführt wurde, gegen den ihr von Regnault gemachten Vorwurf, dafs sie nicht das mathematische Gesetz des Phänomens ausspräche.

Im vorigen Jahresberichte (p. 102) habe ich schon das Unbegründete dieses Vorwurfs mit denselben Gründen wie Herr Holtzmann zu zeigen gesucht.

V. Regnault. Ueber das Gesetz der Zusammendrückbarkeit elastischer Flüssigkeiten.

Nach einer kurzen historischen Uebersicht von den Versuchen die zur Bestätigung des Boyle'schen oder Mariotte'schen Gesetzes angestellt worden sind, giebt Hr. Regnault eine ebenfalls nur sehr kurze Beschreibung seiner wichtigen Untersuchung über diesen Gegenstand. Diese Abhandlung wird, vereint mit mehren andern, nächstens in den Memoiren der Pariser Akademie publicirt werden, und eine genaue Beschreibung der von Hrn. Regnault angewendeten Methoden und Apparate gestatten. Vorläufig läfst sich über die befolgte Methode nur so viel sagen, dafs sie von der früher angewendeten insofern abweicht, als Hr. Regnault nicht die Volumina des Gases unter verschiedenen Pressungen, und die Gröfse dieser Pressungen bestimmte, sondern ein constantes Volumen = 1 (von verschiedener Dichtigkeit = 1, 2 oder 3 Atmosphären) auf die Hälfte zurückführte, und dann untersuchte ob die Elasticität sich verdoppelt habe.

Das Resultat der Arbeit ist, dafs das Mariotte'sche Gesetz, wie es schon für Kohlensäure, Ammoniak und Cyan bekannt war, so auch für die beständigen Gase: die Luft, das Stickgas und Wasserstoffgas, nicht in aller Strenge Gültigkeit besitzt.

Nach diesem Gesetze müfste

$$V_0 : V_1 = P_1 : P_0 \quad \text{oder} \quad \frac{\frac{V_0}{V_1}}{\frac{P_1}{P_0}} = 1$$

sein, wenn V_0, V_1 die Gasvolumina unter den Pressungen P_0, P_1 bezeichnen. Dies Verhältnifs ist bei der *atmosphärischen Luft* stets gröfser als Eins, und es nimmt mit der Pressung auf eine vollkommen regelmäfsige Weise zu. Die Versuche wurden bis zu 36 Atmosphären Druck ausgedehnt. *Stickgas* giebt ähnliche Resultate wie die atmosphärische Luft. *Wasserstoffgas* dagegen zeigt eine Abweichung vom MARIOTTE'schen Gesetze, im entgegengesetzten Sinne wie jene Gase: das Verhältnifs $\frac{\frac{V_0}{V_1}}{\frac{P_1}{P_0}}$ ist stets kleiner als Eins, nähert sich aber dieser Gröfse mit steigendem Drucke immer mehr.

Diese Abhandlung des Hrn. REGNAULT gab Hrn. DESPRETZ Veranlassung zu einer Reklamation, auf welche wiederum eine Antwort von Hrn. REGNAULT erfolgte. Hr. DESPRETZ behauptet nämlich die ungleiche Zusammendrückbarkeit nicht nur des Ammoniaks, der Kohlensäure, des Cyans, der schweflichen Säure und des Schwefelwasserstoffs früher beobachtet zu haben (ein Punkt über den Hr. REGNAULT ihm volle Gerechtigkeit hat widerfahren lassen), sondern er vindicirt sich auch die Entdeckung von der ungleichen Compressibilität der Luft. Diese Reklamation ist in der That nicht zu begreifen, da Hr. DESPRETZ sich auf keine Publikation irgend einer Art berufen kann, aufser dafs er in seinen Vorlesungen an der Sorbonne vielleicht die Vermuthung des Faktums ausgesprochen haben mag. Die beste Antwort die Hrn. DESPRETZ auf seine Ansprüche ertheilt werden kann ist daher der Satz mit dem Hr. REGNAULT seine Erwiederung beschliefst: die moralische Ueberzeugung des Hrn. DESPRETZ ist gewifs sehr schätzenswerth, aber ich zweifle sehr dafs sie in den

Augen der Physiker hinreichend ist ein Faktum der Wissenschaft festzustellen und direkte Versuche zu ersetzen.

Das Mech. mag. und nach ihm Dingl. pol. J. enthalten eine kurze Notiz von den Problemen, welche Hr. Regnault bei seinen Untersuchungen über die Elasticität, Temperatur, latente und specifische Wärme und die Ausdehnung des Wasserdampfes behandelt hat. Diese für Wissenschaft und Technik gleich wichtige Arbeit wird nach ihrer vollständigen Bekanntmachung in diesen Blättern besprochen werden.

Die oben citirte Abhandlung von Hrn. Shortredo ist nicht publicirt worden, woraus indessen der Notiz im Inst. zufolge kein Nachtheil für die Wissenschaft entspringt da sie durchaus nichts Neues enthalten soll.

Hr. J. Davy hat die Bildung von Jodquecksilber beobachtet als sich in einem abgeschlossenen Raume Quecksilber und ein Fläschchen mit Jod bei $+10^{\circ}-13^{\circ}$ C. zusammen befanden. Er folgert daraus das durchaus nicht neue Faktum, dafs Quecksilberdämpfe bei gewöhnlicher Temperatur bestehen können, eine Thatsache die jeder Daguerreotypist oft genug beobachtet hat.

Aimé. Condensation der Gase.

In einem Anhange zu seinen oben erwähnten Versuchen über die Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten, beschreibt Hr. Aimé einige Experimente die er zur Condensation der Gase durch Druck angestellt hat. Er experimentirte mit den Gasen welche bei Faraday's Versuchen der Liquefaktion widerstanden, nämlich mit: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Doppelt-Kohlenwasserstoff, Stickstoffoxyd, Kohlenoxyd, Fluorkiesel und Fluorbor.

Als Compressionsmaschine wurde wiederum das Meer benutzt, und Hr. Aimé ging bis zu 220 Atmosphären Druck. Die Resultate der nur sehr auszugsweise mitgetheilten Arbeit sind folgende:

Sauerstoff wurde durch 83 Atmosphären Druck im Verhältnifs 90 : 1 comprimirt.

Doppelt-Kohlenwasserstoff liquesicirte sich durch einen Druck von 124 Atmosphären. Die Condensation erfolgte im Verhältnifs 356 : 1, woraus Hr. Aimé für das specifische Gewicht der Flüssigkeit 0,44 gegen Wasser = 1 berechnet.

Stickstoffoxyd wurde durch 165 Atmosphären Druck im Verhältnifs 251 : 1 reducirt. Wenn man also annimmt, sagt Hr. Aimé, es sei zur Flüssigkeit geworden (er konnte dies also nicht controlliren), so würde diese die Dichte 0,33 gehabt haben.

Kohlenoxyd wurde durch diesen Druck (165 Atmosphären) im Verhältnifs 180 : 1 verdichtet. *Sauerstoff* in dem von 160 : 1.

Wasserstoff und *Stickstoff* konnten durch 220 Atmosphären nicht liquesicirt werden. Endlich ward das *Fluorkieselgas* durch 105 Atmosphären im Verhältnifs 350 : 1 verdichtet, was für die Dichtigkeit der Flüssigkeit 1,6 giebt.

Dr. G. Karsten.

A. Bineau. Untersuchungen über das Verhältnifs der Dampfdichten zu den chemischen Aequivalenten.

Es ist bekannt, dafs das Mariotte'sche Gesetz sowohl, wie die Gesetze von Gay-Lussac über die Volumenveränderung der Gase durch Wärme und über die Proportionen, nach denen sich die Gase verbinden, einigen Ausnahmen unterliegen. Schon im vorjährigen Jahresbericht[1] habe ich von einigen derselben gesprochen.

Die Untersuchungen von Bineau und Dumas haben bekanntlich Veranlassung gegeben an der Essigsäure und anderen Säuren eine solche Anomalie zu beobachten, die durch Cahours erst in ihrer Eigenthümlichkeit erkannt wurde. Jene beiden Be-

[1] S. 109.

obachter fanden nämlich ganz verschiedene Zahlen für die Dichtigkeiten des Dampfes dieser Säure, die überdies sich nicht mit dem Gesetze vereinigen liefsen, dafs ein Aequivalent des Dampfes jeder organischen Substanz 2 oder 4 Volumina des Dampfes eines Aequivalents seiner Elemente einnimmt. Erst Cahours zeigte, dafs der Dampf der Essigsäure bei Temperaturen die nur wenige Grade über dem Kochpunkte liegen, nicht dem Gay-Lussac'schen Gesetze folge, wonach sich gleiche Volumina aller Gasarten bei gleicher Erwärmung um gleich viel ausdehnen.

Herr Bineau dehnt diese Anomalie auch auf Temperaturen unter dem Kochpunkte dieser Flüssigkeit aus, und sucht hierdurch auch einen Grund gegen die Annahme, dafs in zu großer Annäherung der Moleküle die Ursache der Abweichung von diesem Gesetz zu finden sei.

Er überzeugte sich nämlich nach bekannten Methoden, dafs die Tension des Dampfes der Essigsäure bei niederen Temperaturen nicht der der Luft bei verschiedenen Temperaturen gleich kommt, sondern dafs er sich bei gleichen Temperaturänderungen um zwei bis zwei ein halb mal mehr zusammenzieht oder ausdehnt als diese.

Da die Versuche hier mit sehr verdünntem Essigsäuredampf angestellt wurden, so fand in diesem Falle nicht eine zu grofse Annäherung der Moleküle statt, und dennoch zeigten sich dieselben Abweichungen von dem Gay-Lussac'schen Gesetz, wie bei höheren Temperaturen.

Auch von dem Mariotte'schen Gesetze weicht der Essigsäuredampf bei niedrigen Temperaturen bedeutend ab, denn seine Dichtigkeit nimmt bei gleich bleibender Temperatur und zugleich Vermehrung des Drucks viel mehr zu als es bei der Luft der Fall sein würde.

Ganz ähnlich wie die Essigsäure verhält sich auch die Ameisensäure.

G. Grimelli. Theoretisch-praktische Anzeige einer barometrischen Destillationsmethode.

Herr Grimelli kündigt in einem so betitelten Aufsatze mit pomphaften Worten die Erfindung einer nach seiner Meinung neuen Destillationsmethode an, die alle Vortheile darbieten soll, um auf sehr wohlfeile Weise in der kürzesten Zeit grofse Mengen Flüssigkeit zu destilliren. Der Apparat dazu ist ein ungeheures Barometer, worin die zu destillirende Flüssigkeit das Quecksilber ersetzt. Das obere Ende dieses Barometers ist mit einem nach unten gekrümmten Rohre hermetisch verbunden, welches abgekühlt werden kann, und in welchem sich die destillirte Flüssigkeit ansammelt. Inwiefern diese Methode praktisch sein kann wird der Leser selbst beurtheilen.

Dr. W. Heintz.

---

12. Absorption.

H. Rose. Ueber das Spratzen des Silbers. Monatsber. der Berl. Ak. 1846. p. 137*; Pogg. Ann. LXVIII. 283*; Erdm. u. March. XXXVIII. 423*; Inst. No. 677 p. 429*; Ding. p. J. CII. 299*.

Herr H. Rose hat einige Bemerkungen über die bekannte Erscheinung des Spratzens des Silbers gemacht. Man weifs schon lange, dafs der Grund derselben in einer Absorption von Sauerstoff mittelst des geschmolzenen Silbers und in der Entwicklung dieses Sauerstoffs beim Erkalten desselben zu suchen ist. Man kann daher das Spratzen des Silbers ganz vermeiden, wenn man es unter einer Salzdecke, welche keinen Sauerstoff abgeben kann, schmelzt. Allein jedesmal ist diese Erscheinung selbst unter einer Salzdecke zu beobachten, wenn das Metall unter einer Substanz geschmolzen wird, welche Sauerstoff bei der Temperatur

abgiebt, bei der das Silber geschmolzen ist, und welche noch nach dem Festwerden des Silbers geschmolzen bleibt. So findet ein Spratzen des Silbers unter einer Kochsalzdecke statt, wenn man darauf etwas Salpeter oder chromsaures Kali wirft, nicht aber, wenn chlorsaures Kali statt dessen angewendet wird. Letzteres giebt seinen Sauerstoff schon bei einem Temperaturgrade ab, bei welchem das Silber noch nicht geschmolzen ist. Unter einer Decke von Kochsalz und Pottasche dagegen geschmolzen, findet man den Silberregulus stets mit ebener blanker Oberfläche.

Dr. W. Heintz.

---

13. Eudiometrie.

J. Goldmann. Beschreibung eines Eudiometers zur Bestimmung der von den Pflanzen ausgeathmeten Luft. Pogg. Ann. LXVII. 293*.

Graham. On a new eudiometric procefs. Phil. mag. XXVIII. 566*; Proc. of the chem. soc.

Lassaigne. Eudiometrie. Dingl. p. J. CI. p. 404*.

Goldmann. Beschreibung eines Eudiometers zur Bestimmung der Zusammensetzung der von Pflanzen ausgeathmeten Luft.

Der Erfinder hat sich bei der Construction des Apparats besonders die Aufgabe gestellt das zu untersuchende Gasgemenge mit möglichst wenig Schwierigkeit nach einander mit verschiedenen absorbirenden Flüssigkeiten in Berührung bringen zu können und erreicht dies dadurch, dafs er seine Eudiometerröhre aus zwei Theilen zusammensetzt, einer oberen graduirten Mefsröhre und einer unteren mit einer trichterförmigen Erweiterung versehenen Röhre für die absorbirende Flüssigkeit, welche beide durch Drehung eines doppelt (senkrecht und seitlich) durchbohrten, zwischen ihnen befindlichen Hahnes in und aufser Verbindung gebracht werden können. In letzterem Falle kann die un-

tere Röhre unabhängig von der oberen, beim Versuch mit dem zu untersuchenden Gasgemenge gefüllten, Meſsröhre, mit einer beliebigen Flüssigkeit dadurch gefüllt werden, daſs man das untere Ende in die Flüssigkeit taucht, und vermittelst einer an dem Ausgang der seitlichen Durchbohrung des Hahnes befindlichen Saugeröhre die Luft aussaugt. Die so gefüllte Röhre wird am unteren offenen Ende mit einem Piston verschlossen, aus der Flüssigkeit genommen und durch Drehung des Hahnes die Verbindung mit der Meſsröhre und dem in dieser enthaltenen Gasgemenge wiederhergestellt. Wenn die durch Schütteln des Apparates zu befördernde Absorption vollendet ist, wird derselbe unter Wasser geöffnet, und die Volumverminderung bestimmt. Hr. Goldmann hat auf diese Weise die von den Pflanzen ausgeathmete Luft nacheinander mit Kalkwasser zur Verschluckung der Kohlensäure und mit Schwefelkaliumauflösung zur Entfernung des Sauerstoffs zusammengebracht, und will genauere Resultate erhalten haben als es dem Prof. Schultz bei seinen Versuchen mit den gewöhnlichen Eudiometerröhren möglich war. — So wahrscheinlich auch dieses bei der sinnreichen und zweckmäſsigen Construction des Goldmann'schen Apparates ist, so eignet sich derselbe doch nur zu Versuchen, die keinen hohen Grad von Genauigkeit erfordern, da das Luftquantum welches eine Eudiometerröhre faſst, zu gering ist, um mit Sicherheit die Zusammensetzung derselben daraus bestimmen zu können und man in solchem Falle zu den Verfahrungsweisen von Dumas, Boussingault, Ebelmen u. A. seine Zuflucht nehmen muſs, d. h. groſse Mengen der zu untersuchenden Luftart mittelst eines Aspirators über verschiedene zerlegende Substanzen wie Chlorcalcium, Kalihydrat, glühendes Kupferoxyd, metallisches Kupfer, saugen und die Gewichtszunahme dieser Körper bestimmen muſs.

Dasselbe gilt für das von Hrn. Graham vorgeschlagene eudiometrische Verfahren. Er bewerkstelligt die Absorption des Sauerstoffs durch eine ammoniakalische Lösung von schwefligsaurem Kupferoxydul und rühmt die Schnelligkeit und Sicherheit

seiner Methode, während schon dadurch die Bestimmungen unsicher werden müssen dafs das erwähnte Absorptionsmittel aus der zu untersuchenden Luft aufser dem Sauerstoff auch etwas Stickstoff aufnimmt und dafür Ammoniak in dieselbe aushaucht.

Hr. Lassaigne hat die Luft in verschiedenen Höhen eines schlecht ventilirten Saales untersucht, in dem viele Personen athmeten, und ganz in Uebereinstimmung mit dem bekannten Gesetz über die gegenseitige Durchdringung der Gase, die Kohlensäure im ganzen Raum gleichmäfsig vertheilt gefunden, so dafs das Mifsbehagen, was man besonders in den oberen Luftschichten eines solchen Ortes empfindet, nur der durch die Erwärmung bedingten Luftverdünnung und nicht einer veränderten Zusammensetzung zuzuschreiben ist.

Dr. Wächter.

---

14. Veränderung des Aggregatzustandes. Gefrieren. Schmelzen. Sieden.

Desains. Sur la fusion des phosphores. C. R. XXIII. 149*; Inst. No. 655 p. 247*; Arch. d. sc. ph. et nat. II. 409.

R. Hare. Fusion of iridium and rhodium. Sillim. J. 1846 p. II. p. 365*.

L. D. B. Gordon. On the determination of the melting points of metals and various metallurgic products (and of the formation of different silicates). Mech. mag. XLIV. 6*.

L. Smith. Ueber das Gefrieren des Wassers unter der Luftpumpe ohne Beihülfe von Schwefelsäure. Dingl. p. J. CI. 74*; Sillim. J. 1846 prt. I.

Falkowsky. Formation de la glace de fond. C. R. XXIII. 481*; Inst. No. 661 p. 295*.

Ed. Desains. Ueber das Schmelzen des Phosphors.

Der Schmelzpunkt des Phosphors wird zu 43° C. angegeben. Herr Ed. Desains schmelzte, um diese Temperatur genau zu be-

stimmen, destillirten Phosphor unter Wasser in einem Rohre und liefs ihn unter steter Bewegung erkalten. Die Temperatur des Festwerdens liegt dann bei 44°,2 C. und dies ist der wahre Schmelzpunkt des Phosphors.

Würde man es unterlassen die geschmolzene Masse zu bewegen, so würde das Thermometer bis 28°, 26°, selbst bis 22° sinken, ohne dafs der Phosphor fest würde, und die Temperaturerhöhung, die durch das Festwerden desselben veranlafst wird, würde das Thermometer nicht mehr auf 44°,2 bringen können, sondern nur bis etwa 39° oder 40° C. Herr Ed. Desains mafs die Zeit, welche der flüssige und der feste Phosphor braucht, um sich um gleich viel Grade abzukühlen. Er fand diese Zeit zwischen 30° und 22° ganz gleich und schliefst daraus, dafs der Phosphor in diesen beiden Zuständen gleiche specifische Wärme hat.

Allein zwischen 40° und 30° kühlt sich der feste Phosphor langsamer ab als der flüssige, und Hr. Desains schreibt diese Unregelmäfsigkeit dem Umstande zu, dafs aller Phosphor nicht auf einmal sondern eine gewisse Menge desselben erst in einigen Minuten fest wird.

Die specifische Wärme des Phosphors bestimmte Hr. Desains nach der Methode der Abkühlung, indem er sich auf die Annahme stützte, dafs die Geschwindigkeit der Abkühlung zweier Körper bei gleicher Temperatur über der des umgebenden Mediums, im umgekehrten Verhältnifs zu dem Produkte der Massen und specifischen Wärmen der Körper stehe.

Die Formel, nach der er die Berechnung ausführte, ist

$$\frac{v}{v'} = \frac{m' \cdot x + p'}{m + p}$$

m' ist das Gewicht des Phosphors, x seine specifische Wärme und p' das Gewicht des Restes des Apparates auf Wasser reducirt. m ist das Gewicht des Wassers und p das des Restes des Apparates auf Wasser reducirt.

So fand Herr Ed. Desains 0,2 für die specifische Wärme des flüssigen Phosphors bei 26°—50° C.

Um seine latente Wärme zu finden, scheint es genügend, seine specifische Wärme mit der Anzahl von Graden zu multipliciren, um welche seine Temperatur sich erhöht, wenn er fest wird.

Aber es müssen 3 Correctionen angebracht werden: 1) wegen des Einflusses der, an das umgebende Medium während des Erstarrens des Phosphors abgegebenen, Wärme, 2) wegen des Umstandes, dafs der Phosphor nicht auf einmal ganz fest wird, 3) wegen der Anwesenheit des Gefäfses worin, und des Wassers unter welchem der Phosphor geschmelzt wird.

Mit Berücksichtigung dieser Umstände fand Hr. Ed. Desains 5,4 als die latente Wärme des Phosphors.

Diese Zahl wurde durch die Methode der Mischung controlirt, allein man schüttete nicht geschmolzenen Phosphor in kaltes Wasser, sondern umgekehrt festen Phosphor in heifses Wasser.

Dadurch fand Herr Ed. Desains die Zahl 5,06.

R. Hare. Schmelzung von Iridium und Rhodium.

Bisher war es bekanntlich nicht gelungen, Iridium und Rhodium zu schmelzen. Hr. Hare dagegen ist jetzt dahin gelangt beide Metalle im Knallgasgebläse mit Leichtigkeit in den flüssigen Zustand überzuführen. Durch die Entdeckung der Schmelzbarkeit dieser beiden Metalle wurde nun auch Hr. Hare in den Stand gesetzt, ihr specifisches Gewicht zu bestimmen.

Nach Berzelius ist das specifische Gewicht des pulverförmigen Iridiums 15,683. Children, der es mittelst einer kolossalen Batterie, aber immer nur zu einer porösen Kugel, geschmolzen hatte, fand sein specifisches Gewicht gleich 18,68. Hr. Hare dagegen findet es bei Anwendung seines vollkommen geschmolzenen Iridiums gleich 21,80 im Mittel mehrerer sehr nahe übereinstimmender Versuche. Das specifische Gewicht des geschmolzenen Iridiums ist also sogar noch höher als das des gehämmerten Platins; *das Iridium ist der schwerste bekannte Körper.*

Das specifische Gewicht des geschmolzenen Rhodiums wurde gleich 10,8 gefunden.

Am schwersten schmelzbar unter allen metallischen Körpern ist das Osmiumiridium, welches bei Hrn. Hare's Versuchen unter den günstigsten Umständen der Hitze des Knallgasgebläses

ausgesetzt, nur an den äufsersten Spitzen und Kanten eine anfangende Schmelzung zu erleiden schien.

Dr. W. Heintz.

Der Artikel von Hrn. GORDON im Mech. mag. enthält nur eine kurze Anzeige von einer Schrift dieses Herrn: „Ueber die Bestimmung der Schmelzpunkte von Metallen und verschiedenen metallurgischen Produkten, und die zur Bildung verschiedener Silicate erforderlichen Temperaturen." Die Schrift selbst ist uns nicht zugänglich gewesen.

Hr. L. SMITH beschreibt den nicht neuen Versuch, dafs Wasser unter der Luftpumpe, wenn es auf einer berufsten Fläche liegt schnell zum Gefrieren gebracht wird.

Von Hrn. FALKOWSKY's Arbeit über die Grundeisbildung ist nur der Titel bekannt geworden.

---

15. Hygrometrie.

G. CAVALLIERI BARNABITA. Sopra una nuova scala per l'uso comune da adattarsi al psicrometro. Giorn. d. ist. Lomb. X. 11*.

G. KARSTEN. Hygrometrische Tabellen zur Anwendung bei Gebläsen und Gradirwerken. KARST. Arch. XXI. 49*.

G. Cavallieri. Neue Skala, für den gewöhnlichen Gebrauch am Psychrometer anzubringen.

Hr. Cavallieri will die Psychrometer mit Skalen versehen, an denen man sogleich die *absolute Feuchtigkeit* ablesen kann. Hiedurch würde man freilich nicht „die gröſste Genauigkeit, sondern nur eine annähernde, erhalten, die aber in den meisten Fällen genügend sein wird."

Wer damit zufrieden ist kann sich allerdings einen Blick in die Psychrometertabellen ersparen, für Physiker ist dann aber diese bequeme Skala nicht bestimmt.

G. Karsten. Hygrometrische Tabellen.

Im 21sten Bande von Karsten's Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau und Hüttenkunde habe ich p. 49 ff. eine Reihe von Hülfstafeln abdrucken lassen, die ich zur Erleichterung der Reduktion von Psychrometerbeobachtungen berechnet habe. Diese Tafeln, ursprünglich zu einem technischen Zwecke bestimmt, nämlich um das Gewicht des Wasserdampfes in einem bestimmten Volumen Luft unmittelbar aus den Psychrometerbeobachtungen zu erhalten, scheinen mir auch bei der Berechnung von meteorologischen Beobachtungen brauchbar zu sein, wie denn auch ähnliche Tabellen in England benutzt werden. Der Wiederabdruck der Tafeln in diesen Blättern würde indessen dem Zwecke dieses Buches entgegen sein, und ich begnüge mich daher mit der Anzeige von dem Inhalte der Hülfstafeln.

Tafel I. giebt eine Vergleichung der Werthe für die Expansivkraft des Wasserdampfes nach elf verschiedenen Formeln und von $-10°$ bis $+30°$ R. von Grad zu Grad berechnet. Hieraus geht hervor, daſs die nach den Formeln von Magnus und Holtzmann berechneten Werthe am meisten mit einander übereinstimmen. (Regnault's Formel war zu der Zeit als ich diese Berechnungen machte noch nicht publicirt).

Tafel II. enthält die Werthe für die Elasticität des Wasserdampfes bei den Temperaturen — 39°.9 bis + 39°.9 von Zehntel zu Zehntel Grad nach der hunderttheiligen Skala und in Quecksilberhöhen nach Pariser Zollen ausgedrückt. Diese Werthe sind nach der Holtzmann'scen Formel berechnet.

Tafel III. enthält den Werth des zweiten Gliedes der Psychrometerformel (— 0.02230 (t—t'') b) bei den Barometerständen von 26″.0 bis 28″.9 von Zehntel zu Zehntel Zoll und für jeden beliebigen Temperaturunterschied nach der 100theiligen Skala, so lange die Temperatur am feuchten Thermometer gröſser als 0° ist.

Tafel IV. enthält den Werth des zweiten Gliedes der Psychrometerformel für den Fall wo das Wasser am feuchten Thermometer gefroren ist, ebenfalls nach der hunderttheiligen Skala.

Die Tafeln V. VI. VII. geben respektive nach der 80theiligen Skala dieselben Werthe wie die Tafeln II. III. IV.

Tafel VIII. enthält die Werthe für die Elasticität des Thaupunktes bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen nach der 100theiligen Skala.

Tafel IX. enthält die Werthe für die relative Dampſsättigung bei den am Psychrometer beobachteten Temperaturen nach der 100theiligen Skala.

Die Tafeln X und XI. geben die Werthe der Tafeln VIII und IX. nach der 80theiligen Skala.

Tafel XII. giebt eine Vergleichung der Berechnung von Beobachtungen nach den verschiedenen Formeln.

Die Tafeln XIII und XIV. enthalten die Werthe für das absolute Gewicht von 1000 preuſs. Cubikfuſs Luft unter 28″ Druck, das specifische Gewicht des Wasserdampfes gegen Luft von 100° und unter 28″ Druck, das absolute Gewicht von 1000 preuſs. Cubikfuſs Wasserdampf und die Logarithmen dieser 3 Gröſsen zwischen — 10° und + 30° C. nach der hundert- und achtzigtheiligen Skala.

Die Tafeln XV und XVI. endlich geben die Werthe für das in preuſsischen Pfunden ausgedrückte absolute Gewicht des in 1000 preuſs. Cubikfuſs Luft enthaltenen Wasserdampfes bei

den am Psychrometer beobachteten Temperaturen für die 100-theilige und 80theilige Skala.

Dr. G. Karsten.

16. Apparate.

Plantamour. Wasserbadtrichter. Pogg. Ann. LXVII. 417*; Erdm. u. March. XXXVIII. 253*; Pol. Notzbl. I. No. 9 p. 137; Arch. d. sc. ph. et nat. I. 265*; Dingl. p. J. CI. 440*.

Bunsen. On a convenient instrument for graduating glass-tubes. Phil. mag. XXIX. 99*.

Prestel. Thermometer als Hülfswerkzeug für Seefahrer. Dingl. p. J. CI. 480*.

Poilleveey. Moyen d'obtenir le vide absolu. C. R. XXIII. 640*.

Hay. Description of a machine for drawing the perfect egg-oval. Edinb. J. XL. 331*.

H. Godfray. On the properties of the hyperbola and description of the hyperbograph. Mech. mag. XLV. 483. 516*.

P. Plantamour's Wasserbadtrichter.

Herr P. Plantamour giebt einen sehr einfachen Apparat an, dessen Zweck ist, concentrirte heiſse Auflösungen so zu filtriren, daſs auf dem Filtrum nichts vom gelösten Körper herauskrystallisiren kann.

Der Apparat besteht im Wesentlichen aus einem gewöhnlichen Glastrichter, welcher in einen Blechtrichter mittelst eines Korks so eingefügt wird, daſs zwischen den Wänden beider Trichter ein Raum für die Aufnahme von heiſsem Wasser entsteht. So weit ist diese Vorrichtung schon lange im Gebrauch namentlich in den Apotheken zur Filtration des sogenannten Opodeldocs. Das Neue aber an dem Apparat des Herrn Plantamour ist ein dicht an der Stelle, wo die beiden Trichter durch den Kork verbunden sind, an den blechernen Trichter angebrachtes, an seinem

Ende geschlossenes Rohr, welches, wenn der Trichter in der zum Filtriren geeigneten Stellung sich befindet, schräg nach unten gerichtet ist. Der Raum in diesem Rohre communicirt also mit dem Zwischenraume zwischen den beiden Trichtern, und ist daher, wenn der Apparat im Gebrauch ist, gleichfalls von dem heifsen Wasser angefüllt. Durch eine Spirituslampe, welche unter dem Ende dieses Rohrs angebracht wird, kann nun die Temperatur des Wassers in dem Rohre sowohl, als auch in dem Zwischenraume zwischen den beiden Trichtern. auf 100° C. erhalten werden.

Dr. W. Heintz.

Der Apparat des Herrn Bunsen, Glasröhren zu graduiren, zeigt durch seine Construction hinreichend an, dafs er dazu dienen soll genaue Originallängenmaafse auf Glasröhren zu übertragen, wozu sich derselbe auch vollkommen eignet; jedoch läfst derselbe vieles zu wünschen übrig sobald es sich darum handelt Glasröhren zu theilen, die dem Inhalte nach genau sein sollen.

Boetticher.

Eine Notiz in Dingl. p. J. erwähnt eine Schrift von Hrn. Prestel, in welcher derselbe den Nutzen des Thermometers für Seefahrer nachweisen soll. Das Thermometer soll hienach dienen um 1) das Herannahen des Landes anzuzeigen, 2) Untiefen und die gefahrdrohenden schwimmenden Eisinseln anzudeuten, 3) den Ort anzugeben wo ein Schiff in die gröfseren Meeresströmungen eintritt und verläfst, 4) hiernach die genaue Schiffsrechnung zu corrigiren.

Die Schrift des Hrn. Prestel, die uns nicht zu Gebote steht, führt den Titel: „Das Thermometer als Hülfswerkzeug für Seefahrer, und die Meeresströmungen aus nautischen Gesichtspunkten."

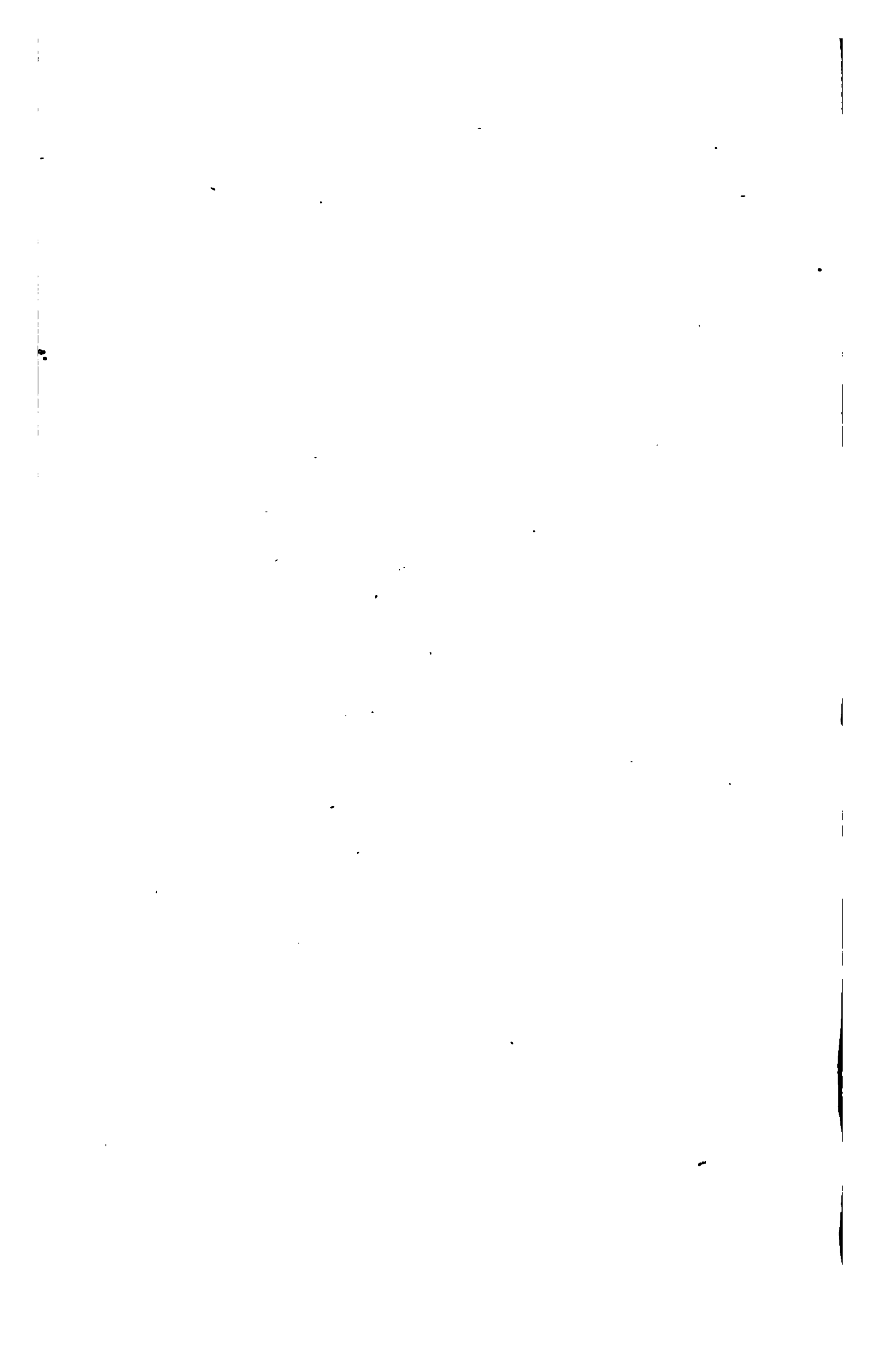
Das Mittel des Hrn. Poillevey um das absolute Vacuum zu erhalten, ist leider nicht bekannt geworden, sondern nur die Ankündigung desselben.

Die Herren Hay und Godfray beschreiben zwei Vorrichtungen, der Erstere um Ovale, der Letztere um Hyperbeln zu zeichnen, von denen sich nichts wesentlich Neues mittheilen läfst.

Dr. G. Karsten.

Zweiter Abschnitt.

A k u s t i k.



1. Theoretische Akustik.

A. Seebeck. Bemerkungen zu N. Savart's Aufsatz über stehende Wellen. Pogg. Ann. LXVII. 145*; Ann. d. ch. et d. ph. XVII. 490*.

A. Seebeck. Beiträge zur Physiologie des Gehör- und Gesichtssinnes. Pogg. Ann. LXVIII. 449*.

A. Seebeck. Nachtrag zu den Erläuterungen über Savart's Versuche, die Zurückwerfung des Schalles betreffend. Pogg. Ann. LXVIII. 465*.

Chr. Doppler. Methode, die Geschwindigkeit, mit der die Luftmolekel beim Schalle schwingen, zu bestimmen. Abhandl. der Böhm. Ges. V. Folge. IV. 497*.

A. Seebeck. Ueber die Schwingungen der Saiten. Abh. bei Begr. d. Königl. Sächs. Ges. d. Wiss. 1846. p. 131*.

Laurent. Sur la propagation des ondes sonores. C. R. XXII. 80*; Inst. No. 628 p. 10*.

Laurent. Mémoire sur la direction des vibrations sonores. C. R. XXII. 253*; Inst. No. 632 p. 51*.

Bertrand. Mémoire sur la propagation du son dans un milieu hétérogène. Inst. No. 652. p. 223*; Quesn. rev. sc. XXVI. 270; C. R. XXII. 1136*.

Herr A. Seebeck nimmt die Interferenztheorie in Schutz gegen die von N. Savaret zur Erklärung seiner Versuche über die Reflexion des Schalles geäußerte Vermuthung[1]: „daſs die stehenden Wellen ihren unmittelbaren Grund in den Schwingungen der Wand haben, und daſs die aus der ursprünglichen Tonquelle kommenden Wellen nur in sofern einen Antheil an der

[1] Ann. d. chim. et d. phys. XIV. 385; Pogg. Ann. LXVI. 374*; Berl. Ber. für 1845 p. 153*.

Erscheinung haben, als sie der Wand eine schwingende Bewegung mittheilen;" Hr. Seebeck führt dagegen folgende Gründe an:

Als reflectirende Ebenen können Gegenstände gebraucht werden, die einer selbstständigen Tonerzeugung nicht fähig sind, z. B. eine Mauer oder der Erdboden.

Dafs der gröfsere oder geringere Abstand der Tonquelle von der reflectirenden Wand auf die Lage der Knoten und Bäuche nicht influirt, folgt aus der Interferenztheorie, da es hierbei nur auf den Gangunterschied der directen und zurückgeworfenen Wellen ankommt, welcher in der Reflexionsaxe für jeden Punkt gleich dem doppelten Abstande dieses Punktes von der Wand ist.

Wenn die von Savart beobachteten Erscheinungen auf Interferenz beruhen, so müssen die Knotenlinien wegen der Constanz der Gangunterschiede Hyperbeln sein, deren erster Brennpunkt die Tonquelle ist, und deren zweiter Brennpunkt in der Reflexionsaxe eben so weit hinter der reflectirenden Wand liegt, als die Tonquelle vor derselben. Diese Hyperbeln unterscheiden sich in der Nähe der Wand so wenig von geraden Linien, dafs die Verschiedenheit für die Beobachtung nicht merklich ist.

In Bezug darauf, dafs Savart den Klang des Tones bei der Zurückwerfung je nach der verschiedenen Natur der reflectirenden fand, bemerkt Hr. Seebeck, dafs diejenige Klangveränderung, welche er[1] für einen durch eine Platte hindurch fortgepflanzten Wellenzug erwiesen habe, auch für zurückgeworfenen Wellen gelten müsse.

Wenn die durch beide Ohren des Beobachters gezogene Linie der reflectirenden Wand parallel ist, so findet Savart die Bäuche um 2, 4, 6 u. s. w. Viertelwellenlängen von der Wand entfernt, d. h. eben da, wo Hr. Seebeck mit seiner auf einen Ring gespannten und der Wand parallel gestellten Membran[2] die Knoten fand. Auch dieses stimmt mit der Interferenztheorie. Denn wenn die Impulse, welche von entgegengesetzten Seiten her gegen die Membran treffend sich aufheben, gemeinsam nach derselben Richtung in das Ohr abgelenkt werden, so müssen sie nun am Trommelfell sich unterstützen.

[1] Pogg. Ann. LXII. 302*.

[2] Pogg. Ann. XLIX. 186*; Berl. Ber. für 1845 p. 151*.

Savart fand bei der Stellung des Beobachters, wo die Mittelebene des Kopfes der Wand parallel war, die Bäuche da, wo die Mitte der die beiden Ohren verbindenden Linie um eine ungerade Anzahl von Viertelwellenlängen von der Wand entfernt war; die Erörterung dieses Umstandes ist in dem dritten Aufsatz des Hrn. Seebeck gegeben.

Savart suchte die beiden letztgenannten Erscheinungen durch die Annahme zu erklären, daſs in der Luft sowohl longitudinale als transversale Schwingungen, und zwar in der Weise statt finden, daſs da, wo ein Maximum der ersteren ist, die zweiten im Minimum sind. Hr. Seebeck giebt zu, daſs ein solcher Zustand, und zwar durch Interferenz möglich sei. Denn wenn Schwingungen so gegen eine reflectirende Wand treffen, daſs sie in eine auf der Wand senkrechte und eine derselben parallele Componente sich zerlegen, so wird die senkrechte Bewegung bei der Zurückwerfung ihr Zeichen ändern, nicht aber die parallele, und nun muſs bei der Interferenz jedesmal ein Maximum der letzteren mit einem Minimum der ersteren zusammentreffen. Aber Hr. Seebeck macht auf die Verschiedenheit der Verhältnisse aufmerksam, welche bei der Umbeugung der transversalen Schwingungen eintreten müssen, je nachdem dieselben vertikal oder horizontal erfolgen, und zeigt, daſs die Anwendung von rein longitudinalen Schwingungen vorzuziehen ist, (daſs also Glocken mit ihrem Rande in einer Horizontal- und nicht in einer Vertikalebene aufzustellen sind), um einfachere, der theoretischen Beobachtung zugänglichere Resultate zu erhalten.

Hr. Seebeck spricht schlieſslich wohl mit Recht den Wunsch aus, daſs Savart eine vollständige Angabe seiner einzelnen Versuchsresultate und der Bedingungen, unter denen sie erhalten worden sind, bekannt machen möge.

Die zweite Abhandlung beschäftigt sich zuerst mit der fraglichen Combination des rechten und linken Eindrucks beim Gehör- und Gesichtssinne. Die Stöſse oder Schwebungen zweier nicht genau im Einklange stehenden Stimmgabeln können nach

Dove[1] auch dann noch wahrgenommen werden, wenn man die eine dicht vor das rechte, die andere dicht vor das linke Ohr hält. Es werden also entweder jedem Ohre nur die Schwingungen der ihm genäherten Gabel mitgetheilt, und die Schwebungen entspringen aus der Combination dieser beiden Nerveneindrücke, oder aber die Schwingungen jeder Gabel pflanzen sich durch die festen Kopftheile auch an das entferntere Ohr fort, so dafs in jedem Ohre beide Wellenzüge sich begegnen und mit einander interferiren. Nach der ersten Annahme könnte ein Eindruck auf das eine Ohr die Stelle eines Eindrucks auf das andere vertreten; und zwar müfsten sich entweder die entgegengesetzten Schwingungen beider Trommelfelle vertreten, wo beide zugleich nach innen und zugleich nach aufsen gehen, oder die gleichgerichteten, wo beide zugleich nach rechts und zugleich nach links gehen. Welche von diesen drei Annahmen die richtige sei, sucht Hr. Seebeck durch folgende Versuche mit einer Doppelsirene zu entscheiden. Um eine gemeinsame Axe drehen sich zwei ganz gleiche Löcherscheiben von 1½ Fufs Durchmesser, welche, um den Kopf zwischen beiden halten zu können, etwas über 1 Fufs von einander abstehen. Gegen die Löcher der linken Scheibe kann von aufsen her durch eine enge Röhre *A*, gegen die Löcher der rechten Scheibe eben so durch die beiden Röhren *B* und *C* geblasen werden. Die Röhren stehen so, dafs die Eindrücke von *A* und *B* genau gleichzeitig erfolgen, dagegen die von *C* genau in die Mitte zwischen jene treffen. Wird nun zuerst durch *A* geblasen, und dann zugleich durch *B* oder auch durch *C*, so hört man deutlich eine das rechte Ohr treffende Verstärkung des Tones. Man hört *nicht* bei *A* und *C* ein Uebergehen in die Octave, wie wenn die entgegengesetzte Schwingungen beider Trommelfelle einander vertreten könnten. Bei *B* und *C* ist das Uebergehen in die Octave sehr deutlich[2]. Man hört auch *nicht* bei *A* und *B* eine Schwächung, wie wenn die gleichgerichteten Schwingungen einander vertreten könnten. Also findet eine Sympathie der Trommelfelle nicht statt — wie

[1] Repert. d. Phys. III. 404*.
[2] Pogg. Ann. LIII. 425*.

auch gewöhnlich die Eindrücke des rechten und linken Ohres sehr wohl von uns unterschieden werden —, wohl aber eine merkliche Mittheilung der Schwingungen von einem Ohre zum andern.

Nicht so ist es beim Gesichtssinne. Nur indem wir die Augen abwechselnd schliefsen, überzeugen wir uns, mit welchem Auge wir etwas erblicken. Und dafs bei einer ungleichen Erregung beider Augen die beiden Eindrücke combinirt werden, beweist Hr. Seebeck durch folgenden Versuch. Legt man auf die eine Seite eines Stereoskops neben einander einen breiten blauen Papierstreifen und einen schmaleren rothen, auf die andere Seite einen schmalen blauen und einen breiteren rothen Streifen, so sieht man in dem Stereoskop einen Lilastreifen zwischen Blau und Roth. Ein Wettstreit der beiden Augen, wie er z. B. bei Wheatstone[1] sich zeigt, existirt für Hrn. Seebeck zwar in gewissem Maafse; wenn er auf die eine Seite des Stereoskops der Länge nach einen blauen und einen rothen Streifen neben einander legt, auf die andere Seite aber der Breite nach ebenfalls einen blauen und einen rothen Streifen, so erscheint in der einen Ecke eine Combination von Blau des rechten und Roth des linken, in der andern Ecke dagegen eine Combination von Blau des linken und Roth des rechten Auges, und bald neigt das eine so entstehende Lila mehr dem Blau oder dem Roth zu, bald das andere. Aber der Wettstreit findet nicht in dem Maafse statt, dafs er entweder nur Roth oder nur Blau sieht.

Ferner giebt Hr. Seebeck eine auf die Einrichtung, vermöge deren das Gehör sehr verschiedene Tonhöhen wahrzunehmen fähig ist, bezügliche Erweiterung seiner Abhandlung über das Mittönen[2] und zeigt, dafs besonders die Verbindung, in welcher das Trommelfell durch die Gehörknöchelchen mit dem Labyrinthwasser steht, ganz geeignet ist, die Gleichmäfsigkeit seines Mitschwingens für einen grofsen Umfang von Tönen herzustellen.

In Betreff der Frage, wie kleine Unterschiede in der Höhe dem Ohre noch bemerkbar werden können, führt Hr. Seebeck

[1] Pogg. Ann. Ergänzungsbd. I. 33*.

[2] Pogg. Ann. LXII. 289*.

noch mehrere Fälle an, wo er zwei Töne, deren Schwingungen im Verhältnifs von 1000:1001 standen, noch sehr wohl direct zu unterscheiden vermochte. Zwei Stimmgabeln von ungefähr gleicher Höhe kann man leicht zur Uebereinstimmung bringen, wenn man etwas Wachs an die Enden der einen klebt.

In seinem dritten Aufsatze geht Hr. SEEBECK von der eben bewiesenen Annahme aus, dafs die an ein Ohr treffenden Schallwellen durch die festen Kopftheile zum andern Ohre fortgepflanzt werden, und mit den hier direct angekommenen Wellen interferiren können; er berechnet, wie grofs die Intensität des im rechten und linken Ohre vernommenen Schalles bei den SAVART'schen Versuchen sein mufste, wenn die Reflexionsaxe durch die beiden Ohren des Beobachters ging, und findet, wenigstens für Wellenlängen die zwischen gewissen Intervallen liegen, dafs die Summe dieser beiden Intensitäten dann ein Minimum ist, wenn die Mittelebene des Kopfes um eine gerade Anzahl von Viertelwellängen von der Wand entfernt sich befindet. Es bleibt noch zu erklären, dafs bei den SAVART'schen Versuchen auch in dem Fall noch die Knoten an denselben Stellen erschienen, wo ein beliebiges der beiden Ohren verschlossen war.

Um die Geschwindigkeit zu bestimmen, mit der die Luftmolekel beim Schalle schwingen, schlägt Hr. DOPPLER folgenden Versuch vor. Von zwei Instrumenten, die einen Ton von durchaus gleicher Intensität geben, befindet sich das eine in einer constanten Entfernung L vom Beobachter. Das andere befindet sich auf einer Lokomotive, und entfernt sich vom Beobachter mit der Geschwindigkeit a. Ist die Lokomotive noch nahe am Beobachter, so wird dieser den von derselben ausgehenden Ton stärker vernehmen, als den von L; aber jener Ton wird allmählig abnehmen, und es wird ein Punkt kommen, wo beide an Intensität gleich geworden sind. Diesen Punkt, dessen Abstand vom Beobachter l sei, soll dieser bestimmen, und aus L, l und a soll die Geschwindigkeit, mit der die Luftmolekel bei dem

hervorgebrachten Tone schwingen, sich berechnen lassen. Abgesehen von dem unvermeidlichen störenden Geräusch der Lokomotive würde gewiſs die Angabe des Moments, wo ein Ton von veränderlicher Stärke gerade einem andern constanten Ton gleich geworden ist, so schwierig sein, daſs zwischen verschiedenen Resultaten die Uebereinstimmung nur sehr gering ausfallen möchte. Die Beweisführung des Hrn. Doppler ist übrigens folgende. Das Maximum der Geschwindigkeit der Luftmolekel bei dem Tone von L sei V, so wird an jedem Punkte die Intensität des Tones proportional V^2 und umgekehrt proportional dem Quadrate der Entfernung des Punktes von der Tonquelle sein, also $I = \mu \frac{V_2}{L_2}$, wo μ einen constanten Factor bedeutet. Für den Ton, der von der Lokomotive kommt, ist die Maximumgeschwindigkeit $V-a$, die Entfernung l, also die Intensität $I' = \mu \frac{(V-a)^2}{l^2}$; die Voraussetzung $I = I'$ giebt demnach $\mu \frac{V^2}{L^2} = \mu \frac{(V-a)^2}{l^2}$, und hieraus $V = \frac{aL}{L-l}$.

Es ist zwar wahr, daſs die Maximumgeschwindigkeit der Luftmolekel in der Richtung zum Beobachter hin $V-a$ ist, aber in der entgegengesetzten Richtung ist sie doch dafür $V+a$; und man könnte aus diesem $V+a$ mit demselben Rechte schlieſsen, daſs durch die Bewegung der Lokomotive der auf derselben hervorgebrachte Ton verstärkt würde, mit welchem Hr. Doppler eine Intensitätsverringerung desselben folgert. Bei einer Bewegung der Tonquelle oder auch des Beobachters muſs einer geringeren Verdichtung der Lufttheilchen nothwendig eine gröſsere Verdünnung entsprechen, und für den Beobachter bleibt das Resultat dasselbe.

Hiermit ist natürlich nicht gesagt, daſs nicht möglicher Weise andere Gründe eine Intensitätsveränderung des von einem bewegten zu einem ruhenden Körper fortschreitenden Schalles bedingen werden. Nur scheint es, daſs die mehrfachen Modificationen, welche Hr. Doppler für die Anstellung seines Versuches noch angiebt, hier übergangen werden können.

Dr. A. Krönig.

A. Seebeck. Ueber die Schwingungen der Saiten.

Hr. Seebeck, von dem allgemeinen Resultat früherer Untersuchungen ausgehend, dafs eine schwingende Saite jede beliebige Gestalt annehmen könne, beantwortet im vorliegenden Aufsatze mehrere von ihm selbst aufgeworfene Fragen in Bezug auf die Bewegung eines einzelnen Saitenpunkts, wenn die Schwingungen transversal sind, und entweder in einer Ebene, oder im Raume stattfinden, oder wenn zu den transversalen noch longitudinale Schwingungen hinzutreten.

Angenommen nun, es sei eine Saite von der Länge L durch eine Kraft P gespannt, welche als die einzige am System wirkende angenommen wird; es seien ferner die beiden Enden der Saite unbeweglich und die Ablenkungen der einzelnen Theilchen unendlich klein und senkrecht zur Saite; die Neigung der gekrümmten Saite gegen ihre Gleichgewichtslage kann hiernach nur unendlich gering sein, mithin die Saite während des Schwingens als unendlich wenig ausgedehnt, und die Spannung in allen Punkten als constant betrachtet werden; dann gilt für die Schwingungen in der Ebene die bekannte Differentialgleichung

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{g \cdot P}{p} \cdot \frac{d^2y}{dx^2},$$

in welcher p noch das Gewicht der Längeneinheit der Saite ist; die Gleichgewichtslage sei dabei die Achse der x; der Anfangspunct der Coordinaten sei ein Endpunkt der Saite.

Setzen wir nun $\frac{gP}{p} = c^2$, so wird die Gleichung:

$$\frac{d^2y}{dt^2} = c^2 \cdot \frac{d^2y}{dx^2}$$

deren allgemeinem Integral wir wegen des einen festen Endpunkts gleich die Form

$$y = f(ct+x) - f(ct \pm x)$$

geben können, wo f eine arbitraire Funktion.

Die Bedingung der festen Endpunkte, also $y=0$ für $x=L$ bei jedem Werth von t giebt:

$$0 = f(ct+L) - f(ct+L) \quad \text{oder} \quad f(ct+2L) = f(ct)$$

und zeigt die Periodizität der Funktion f innerhalb des Zeit-

raums $\frac{2L}{c}$. Dasselbe gilt für die Geschwindigkeit der schwingenden Theilchen:

$$v = \frac{dy}{dt} = c \cdot f'(ct+x) - cf'(ct-x).$$

Die Schwingungsdauer ist $\frac{2L}{c}$ oder $2L \cdot \sqrt{\frac{p}{P \cdot g}}$; die Schwingungsanzahl N daher

$$= \frac{1}{2L} \cdot \sqrt{\frac{P \cdot g}{p}}.$$

Die Gestalt der Saite und die Geschwindigkeit ihrer Theilchen zu irgend einer Zeit hängt von der ursprünglichen Störung des Gleichgewichts ab, und mufs durch diese sich ausdrücken lassen. Da nämlich $f(ct)$ periodisch ist, und denselben Werth wieder annimmt, so oft ct um $2L$ vermehrt wird, so kann man setzen

$$f(ct) = a_0 + a_1 \cos \pi \cdot \frac{ct}{L} + a_2 \cdot \cos 2\pi \cdot \frac{ct}{L} + \ldots + a_p \cos p\pi \cdot \frac{ct}{L} + \ldots$$
$$+ b_1 \sin \pi \cdot \frac{ct}{L} + b_2 \cdot \sin 2\pi \cdot \frac{ct}{L} + \ldots + b_p \sin p\pi \cdot \frac{ct}{L} + \ldots$$

also

$$y = a_1 \left(\cos \pi \frac{ct+x}{L} - \cos \pi \cdot \frac{ct-x}{L} \right)$$
$$+ a_2 \left(\cos 2\pi \cdot \frac{ct+x}{L} - \cos 2\pi \cdot \frac{ct-x}{L} \right) + \ldots$$
$$+ b_1 \left(\sin \pi \cdot \frac{ct+x}{L} - \sin \pi \cdot \frac{ct-x}{L} \right)$$
$$+ b_2 \left(\sin 2\pi \cdot \frac{ct+x}{L} - \sin 2\pi \cdot \frac{ct-x}{L} \right) + \ldots$$

oder hierfür:

$$(1.) \quad y = \theta_1 \sin \pi \cdot \frac{x}{L} + \theta_2 \cdot \sin 2\pi \cdot \frac{x}{L} + \ldots$$

wo $$\theta_p = 2b_p \cdot \cos p\pi \cdot \frac{ct}{L} - 2a_p \sin p\pi \cdot \frac{ct}{L}.$$

Dann wird:

$$(2.) \quad v = \frac{dy}{dt} = \vartheta_1 . \sin \pi \cdot \frac{x}{L} + \vartheta_2 \cdot \sin 2\pi \cdot \frac{x}{L} + \ldots$$

wo $$\vartheta_p = -\frac{2\pi pc}{L} \left(b_p \sin p\pi \cdot \frac{ct}{L} + a_p \cos p\pi \cdot \frac{ct}{L} \right).$$

Rechnet man t von dem Augenblick der ursprünglichen Störung des Gleichgewichts an, und bezeichnet die da ertheilte Ablenkung und Geschwindigkeit mit y_0 mit v_0, so hat man, indem $t = 0$ gesetzt wird:

$$(3.)\quad y_0 = 2\left(b_1 \sin \pi \cdot \frac{x}{L} + b_2 \sin 2\pi \cdot \frac{x}{L} + \ldots\right)$$

und $$(4.)\quad v_0 = -\frac{2\pi x}{L}\left\{a_1 \sin \pi \cdot \frac{x}{L} + 2a_2 \sin 2\pi \cdot \frac{x}{L} + \ldots\right\}$$

Die Constanten b sind also durch die anfängliche Ablenkung der Theile, die a durch die anfängliche Geschwindigkeit gegeben; sind sie bekannt, so ist die Bewegung der Saite vollständig gegeben; sind z. B. alle $a=0$, so erreichen alle Punkte zugleich die gröfste Ablenkung; sind alle $b = 0$, so gehen sie alle zugleich durch die Gleichgewichtslage. Sind alle a und alle $b = 0$ mit Ausnahme derer von der Form a_{np} und b_{np}, wo n eine bestimmte, p aber jede ganze Zahl, so wird:

$$f(ct) = a_0 + a_n \cos n\pi \cdot \frac{ct}{L} + a_{2n} \cdot \cos 2n\pi \cdot \frac{ct}{L} + \ldots$$
$$+ b_n \sin n\pi \cdot \frac{ct}{L} + b_{2n} \cdot \sin 2n\pi \cdot \frac{ct}{L} + \ldots$$

Die Periodizität der Reihe liegt in dem Zeitraum von $\frac{2L}{nc}$, und die Schwingungsanzahl ist dann:

$$N = \frac{n}{2L} \cdot \sqrt{\frac{P \cdot g}{p}},$$

wo n jede ganze Zahl bedeuten kann. Für diesen Fall wird

$$y = \theta_n \cdot \sin n\pi \cdot \frac{x}{L} + \theta_{2n} \sin 2n\pi \cdot \frac{x}{L} + \ldots$$

also so oft 0, als $\frac{n\pi x}{L} = m\pi$ oder $x = \frac{m}{n} L$, wo m jede ganze Zahl von 0 bis m. Dieses Schwingen der Saite in Knoten läfst sich durch Berührung eines derselben herbeiführen; ist nämlich y beständig Null für einen Punkt, dessen $x = \frac{m}{n} L$, wo m und n relative Primzahlen, so giebt die Gleichung für y

$$0 = \theta_1 \sin \frac{m\pi}{n} + \theta_2 \sin \frac{2m\pi}{n} + \ldots + \theta_p \sin \frac{pm\pi}{n} + \ldots$$

für jedes t; die Glieder, deren p ein Vielfaches von n, werden

wegen des Faktors $\sin\frac{pm\pi}{n}$; alle übrigen können nur Null werden, wenn ihr θ beständig Null ist; und dies ist nur möglich, wenn ihr a und b Null ist. Es müssen also dann alle a und b Null sein, mit Ausnahme derer von der Form a_{np} und b_{np}, was, wie gezeigt, die übrigen Knoten bedingt.

Hier nun beginnt Hr. Seebeck mit Beantwortung der ersten Frage: Kann die Saite zwei von einander unabhängige, ganz willkürliche Gestalten annehmen.

Die erste beliebige Gestalt für die Zeit $t=0$ hängt nach (3.) nur von den Werthen der b ab; zur Zeit t aber ist:

$$y=\theta_1\sin\pi\cdot\frac{x}{L}+\theta_2\sin2\pi\cdot\frac{x}{L}+\ldots.+\theta_p\cdot\sin p\pi\cdot\frac{x}{L}+\ldots.$$

dies giebt jede willkürliche Gestalt, wofern alle θ beliebig sind; es ist indessen

$$\theta_p=2b_p\cdot\cos p\pi\cdot\frac{ct}{L}-2a_p\cdot\sin p\pi\cdot\frac{ct}{L}.$$

Ist b_p aus (3.) und t gegeben, so ist das 2te Glied des Ausdrucks für θ wegen des Faktors a_p noch willkürlich, also auch θ_p beliebig, ausgenommen den Fall, wo $\sin p\pi\cdot\frac{ct}{L}=0$, d. h. $p\cdot\frac{ct}{L}$ = einer ganzen Zahl q. Damit also eine willkürliche Gestalt zur Zeit t stattfinde, darf pt nicht $=q\cdot\frac{L}{c}$ sein, wo p und q irgend 2 ganze Zahlen, d. h. es muſs t incommensurabel zur Schwingungsdauer angenommen werden. Es ist also auſser der ersten willkürlichen Gestalt noch eine 2te ebenso willkürliche möglich, jedoch nur dann, wenn die Zwischenzeit zwischen beiden incommensurabel zur Schwingungsdauer genommen wird. Durch beide Gestalten sind alle a und b bestimmt, also bleibt dann in der ganzen Bewegung der Saite nichts willkürliches mehr.

Ist t hingegen zu $\frac{L}{c}$ commensurabel, so wird $\theta_p=2b_p$; $\theta_{2p}=2b_{2p}$ u. s. w., also sind nicht mehr als θ willkührlich. Ist $t=q\cdot\frac{L}{c}$, also gleich einer ganzen Anzahl Halbschwingungen, so werden alle θ von dem a unabhängig, d. h. die Gestalt der

Saite wird nicht nur nach einer ganzen, sondern auch nach einer halben Schwingung unabhängig von der anfänglichen Geschwindigkeit, und hat sich, wie durch Einsetzung von $L-x$ für x, und $t+\frac{L}{c}$ für t in den Werth von y sich zeigt, in die symmetrische entgegengesetzte verwandelt.

Die zweite Frage des Hrn. Seebeck betrifft die Willkürlichkeit der Bewegung eines Punktes.

Nimmt man einen Punkt, dessen Abcisse $x=\lambda$, so wird sein y nur Funktion von t und zwar:

$$(5.)\quad y = c_1 \cos\pi\cdot\frac{ct}{L} + c_2\cos 2\pi\cdot\frac{ct}{L}+\ldots\ldots$$
$$+d_1\sin\pi\cdot\frac{ct}{L}+d_2\sin 2\pi\cdot\frac{ct}{L}+\ldots\ldots$$

wo $c_p = 2b_p \sin p\pi\cdot\frac{\lambda}{L}$ und $d_p = -2a_p\sin p\pi\cdot\frac{\lambda}{L}$.

Ist nun λ commensurabel zu L, nämlich $=\frac{m}{r}L$, wo m und r relative Primzahlen, so werden alle Glieder Null, deren $p=r$, $2r$, $3r$, ... und (5.) stellt zwischen $-\frac{L}{c}$ und $+\frac{L}{c}$ nicht mehr jede beliebige Function dar. Ist λ nicht kommensurabel zu L, kann also $\sin p\pi\cdot\frac{\lambda}{L}$ niemals Null werden, so können alle Constanten in (5.) vermöge a und b beliebig gemacht werden, und es fehlt nur ein constantes Glied in jener Reihe, um durch sie jede beliebige Function darzustellen. Das Fehlen dieses Gliedes kommt daher, dafs die Saite die Achse der x selbst ist, und zeigt an, dafs die Schwingungen zu beiden Seiten des Gleichgewichtsortes so geschehen, dafs:

$$\int_{t_1}^{t_1+\frac{2L}{c}} y\,dt = 0.$$

Nimmt man daher eine Linie als Achse der t, und construirt darüber die Welle der y, d. h. den Theil der durch (5.) dargestellten Curve zwischen 2 Punkten gleicher Schwingungsphase, so ist diese Linie von völlig willkürlicher Gestalt, und es mufs nur die Achse der t so gelegt werden, dafs die Summe der

über ihr liegenden Areale gleich der unter ihr. Dies die einzige Beschränkung.

Für jeden Punkt, welcher $\frac{m}{r}$ der Saite abschneidet, ist c_r, c_{2r}, c_{3r}, ... d_r, d_{2r} .... Null; der Ausfall dieser Glieder übt folgenden Einfluſs. Setzt man in (5.) für $\frac{\pi c t}{L}$ nach einander $\tau + \frac{2\pi}{r}$, $\tau + \frac{4\pi}{r}$ bis $\tau + \frac{2r\pi}{r}$, und addirt die entstehenden Ausdrücke, so wird diese Summe

$$S = \sum_{p=1}^{p=\infty} \left\{ (d_p \cdot \cos\tau + c_p \sin p\tau) \sum_{n=1}^{n=r} \cos \frac{2np\pi}{r} \right\}$$

Da aber:

$$\sum_{n=1}^{n=r} \cos 2p \cdot \frac{\pi n}{r} = \frac{\sin p \cdot \frac{\pi}{r}}{2 \sin p \cdot \frac{\pi}{r}} - \tfrac{1}{2},$$

also beständig Null, und nur, wenn $\frac{p}{r}$ eine ganze Zahl, $= r$, so wird diese Summe:

$$S = r\{d_r \cdot \cos r\tau + d_{2r} \cos 2r\tau + \dots \\ + c_r \cdot \sin r\tau + c_{2r} \sin 2r\tau + \dots\}$$

Da nun für einen Punkt der auf $\frac{m}{r}$ der Saite liegt, c_r, c_{2r} .... d_r, d_{2r}, ... Null, so ist für einen solchen S beständig Null. Ist $\frac{m}{r}$ z. B. $\frac{1}{3}$, so ist S die Summe der Ordinaten der Punkte, die um $t_1 + \frac{2L}{3}$, $t_1 + \frac{4L}{3}$, $t_1 + \frac{6L}{3}$ aus einander liegen; da ihre Summe Null sein muſs, so folgt, daſs von der ganze Welle nur $\frac{2}{3}$ willkürlich sind, das dritte Drittel durch jene aber bestimmt wird; allgemein, wenn der Punkt auf $\frac{m}{r}$ der Saite, so sind $\frac{r-1}{r}$ der Welle willkürlich, aber durch sie ist das letzte $\frac{r}{1}$ bestimmt.

Die bekannte Erfahrung, daſs eine Saite nicht anspricht, wenn man sie auf $\frac{1}{2}$ ihrer Länge streicht, findet darin ihre Erklärung, daſs man bei Erregung des Tones nur die halbe Welle bestim-

men kann; bei einem Streichen auf $\frac{1}{4}$, verliert man nur noch $\frac{1}{8}$ der Welle, u. s. f.

Geht man von der Ebene zu transversalen Schwingungen im Raume, so dafs die einzelnen schwingenden Punkte nicht mehr gerade Linien, sondern geschlossene krumme Linien beschreiben, und für die allgemeine Bewegung der Saite unter den früheren Voraussetzungen die beiden Gleichungen

$$\frac{d^2y}{dt^2} = c^2 \cdot \frac{d^2y}{dx^2} \quad \text{und} \quad \frac{d^2z}{dt^2} = c^2 \cdot \frac{d^2z}{dx^2}$$

gelten, so lassen sich die Resultate in Bezug auf die Gestalt der Saite aus denen in der Ebene genau übertragen; was die Bewegung eines Punktes in Bezug auf Bahn und Geschwindigkeit anbetrifft, so hängt dieselbe ab von der Gleichung (5.) und einer ähnlichen für z, etwa:

$$(6.) \quad z = \gamma_1 \cos\pi \cdot \frac{ct}{L} + \gamma_2 \cos 2\pi \cdot \frac{ct}{L} + \ldots\ldots$$
$$+ \delta_1 \sin\pi \cdot \frac{ct}{L} + \delta_2 \sin 2\pi \cdot \frac{ct}{L} + \ldots\ldots$$

wo δ und γ sich aus den für z gegebenen α und β, wie vorher c und d aus a und b bestimmen. Für einen Punkt, der die Saite in einem irrationalen Verhältnifs theilt, sind alle c, d, γ, δ beliebig und wie früher für die Welle nur die eine Beschränkung für die Lage des Gleichgewichtsortes

$$\int_{t_1}^{t_1+\frac{L}{c}} y\,dt = 0 \quad \text{und} \quad \int_{t_1}^{t_1+\frac{2L}{c}} z\,dt = 0,$$

wobei man sich die t Achse in der Lage der x Achse denken kann. Die Projektion der Curve, die der Punkt durchläuft, auf die Ebene der yz wird jetzt seine Bahn sein; die Gestalt derselben ist es aber nicht allein, welche als Folge der Willkürlichkeit der Welle jede beliebige sein kann, sondern auch die Geschwindigkeit des Punktes in den verschiedenen Theilen seiner Bahn ist ganz arbiträr. In der That stellen alle auf die Oberfläche eines geraden Cylinders, dessen Basis jene Bahn und dessen Höhe $2\frac{L}{c}$ ist, verzeichneten Curven doppelter Krümmungen Wellen verschiedener Bewegung dar, denen allen dieselbe Bahn zu-

kommt; je nach der Curve wird sich die Geschwindigkeit $v = \sqrt{\left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2}$ ändern, oder umgekehrt durch beliebig angenommene Geschwindigkeiten wird sich die Curve auf jenem Cylinder innerhalb der Zeit $\frac{2L}{c}$ bestimmen.

Theilt der betrachtete Punkt die Saite in einem rationalen Verhältnifs $\frac{m}{r}$, dann werden wie früher $\frac{r-1}{r}$ der Bahn und der Geschwindigkeit willkürlich sein; man kann aber, wie Hr. Seebeck zeigt, z. B. die Bahn ganz beliebig nehmen, dann wird aber ebenso viel weniger von der Geschwindigkeit willkürlich, als von der Bahn zu viel genommen war. Liegt etwa der Punkt auf $\frac{1}{3}$ der Saite, so denke man sich in yz seine Bahn beliebig verzeichnet, und auf ihr einen graden Cylinder von der Höhe $\frac{2L}{c}$, also der Schwingungsdauer errichtet; dann mufs man auf diesem die Bahncurve so ziehen, dafs die Summe S der y sowohl, als der z, 3er um $\frac{2L}{3c}$ entfernter Punkte Null ist, dafs also man diese Ordinaten y', y'', y''' und z', z'', z'''

$$y' + y'' + y''' = 0 \quad \text{und} \quad z' + z'' + z''' = 0.$$

Da die 3 Punkte obenein auf dem Bahncylinder liegen müssen, so hat man 5 Bedingungen für ihre 6 Coordinaten, so dafs nur eine derselben willkürlich ist, mithin nur im Ganzen $\frac{1}{3}$ der Curve und somit der Geschwindigkeit beliebig genommen werden kann; ebenso kann man sich vorstellen, wie die Geschwindigkeit in allen Punkten der Bahn eine beliebige, dann aber nur $\frac{1}{3}$ der Bahn vorher bestimmbar ist. Diese Vielseitigkeit der Form der Schwingungen bedingt eine ebenso grofse Verschiedenheit der durch den Resonnanzboden der Luft, und durch diese unserm Ohr mitgetheilten Wellen, dafs man wohl die Mannigfaltigkeit des Klanges begreift über die ein geschickter Spieler auf einem Saiteninstrument zu gebieten vermag.

Treten nemlich noch longitudinale Schwingungen hinzu, so kommt zur Bestimmung der Bewegung der Saite noch eine 3te Gleichung,

$$\frac{d^2\xi}{dt^2} = m \cdot g \cdot \frac{d^2\xi}{dx^2} = C \cdot \frac{d^2\xi}{dx^2},$$

wo ξ die longitudinale Ablenkung, m aber der Elasticitätsmodulus ist. Das Integral ist wie früher $\xi = F(Ct+x) - F(Ct+x)$, und die Periode $\frac{2L}{C}$. Bestehen die Longitudinalschwingungen allein, so lassen sich alle früheren Resultate auf sie übertragen, wenn man statt Ablenkung, die Ausdehnung oder Zusammendrückung der Saite betrachtet. Bestehen sie aber neben Transversalschwingungen, so sind die Bahnen der einzelnen Punkte Linien doppelter Krümmung; die Bewegung nur periodisch, wenn C und c commensurabel sind, und nur in diesem Fall lassen sich die meisten früheren Resultate auch hier übertragen.

Laurent. Ueber die Verbreituug der Schallwellen.

Hr. Laurent greift in einem Briefe an Hrn. Arago die Annahme der Schalltheorie an, wonach aufserhalb der die Schallwelle begrenzenden Flächen die Bewegung des fortpflanzenden Mittels absolut Null sei. Die Natur, meint er, liefere zu jener Annahme keinen Beweis, sie lehre nur, dafs die Intensität des Schalles schnell abnehme, wie schnell dies aber auch eintreten möge, so sei doch nie eine scharfe Grenze vorhanden, und es könnten daher wohl Erscheinungen eintreten, die mit den aus jener Annahme abgeleiteten mathematischen Gesetzen nicht übereinstimmen.

Die allgemeine Schallgleichung, fährt er fort

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = \omega^2 . \left(\frac{d^2\varphi}{dx^2} + \frac{d^2\varphi}{dy^2} + \frac{d^2\varphi}{dz^2}\right)$$

gründet sich auf die Möglichkeit, die Producte und Potenzen der partiellen Ableitungen der Function φ zu vernachlässigen, was geschehen kann, wenn z. B. $\varphi = i \cdot F(x, y, z, t)$, wo i eine unendlich kleine Gröfse, und F eine Funktion, deren partielle Ableitungen für grofse Werthe von x, y, z, t nie unendlich werden. Denkt man sich aber eine Funktion $f(x', y', z', t')$, die für grofse

Werthe von x', y', z', t' sammt ihren Ableitungen Null wird; nimmt man ferner für eine partikulare Auflösung

$$\varphi = i^2 \cdot f\left(\frac{y \cos p + z \sin p + \theta\,(x - \Omega t)}{i}\right)$$

in der p ein beliebiger Winkel, Ω eine Constante $> \omega$, und θ eine andere Constante, deren Werth $= \frac{\omega}{\sqrt{\Omega^2 - \omega^2}}$, so wird man hier gleich ein Beispiel haben, dafs die Bewegung aus einer Art ebener Welle besteht, welche letztere nicht mehr scharf begrenzt zu beiden Seiten ist, sondern in ihrer Intensität nur sehr rasch zu beiden Seiten der Ebene

$$y \cos p + z \sin p + \theta\,(x - \Omega t) = o$$

abnehmen würde.

Setzt man $y = r \cos \lambda$, $z = r \sin \lambda$, also $z^2 + y^2 = r^2$, und bildet eine allgemeine Auflösung aus obigem partikularen Integral, so findet man:

$$\varrho = i^2 \cdot \int_0^\pi dp \cdot f \cdot \left[\frac{r \cos p + \theta\,(x - \Omega t)}{i}\right]$$

und hieraus:

$$\frac{d\varrho}{dx} = u = i\theta \cdot \int_0^\pi dp \cdot f' \left[\frac{r \cos p + \theta\,(x - \Omega t)}{i}\right]$$

$$\frac{d\varrho}{dy} = v = i \cdot \cos \lambda \cdot \int_0^\pi dp \cdot f' \left[\frac{r \cos p + \theta\,(x - \Omega t)}{i}\right] \cdot \cos p$$

$$\frac{d\varrho}{dz} = w = i \sin \lambda \cdot \int_0^\pi dp \cdot f' \left[\frac{r \cos p + \theta\,(x - \Omega t)}{i}\right] \cos p$$

und man sieht, dafs die Ebenen der Wellen, die der durch die letzten Integrale ausgedrückten Bewegung entsprechen, tangential sind zu einer Kegelfläche, deren Gleichung:

$$r^2 = \theta^2 \cdot (x - \Omega t)^2$$

dafs aber die Geschwindigkeiten u, v, w von der Ordnung i nur in der Nähe der Spitze des Kegels sein werden; hingegen in jeder merkbaren Entfernung von derselben von der Ordnung $i^{\frac{3}{2}}$ oder i^2, je nachdem der betrachtete Punkt unmerklich oder merklich entfernt von der Kegelfläche ist. Die Verhältnisse $\frac{u}{i}$, $\frac{v}{i}$, $\frac{w}{i}$ werden daher nur Werthe haben für Punkte, die der Spitze des

Kegels um so näher liegen müssen, je kleiner i ist; und nur in diesen Punkten wird die Bewegung merklich sein. Die Art der Bewegung ist also hier eine ganz andere, als die der scharf begrenzten Wellen; die Spitze des Kegels rückt gleichmäfsig fort, und jeder Punkt kommt unmerklich zur Bewegung und zur Ruhe.

Hr. Laurent weist zugleich noch auf die Vertheilung der lebendigen Kraft in einer solchen Welle, und die Art der Refraktion eines solchen Kegels hin; zugleich würde, da die Spitze desselben mit der Geschwindigkeit Ω sich bewegt, und $\Omega > \omega$ ist, für diese Art der Bewegung eine gröfsere Fortpflanzungsgeschwindigkeit als ω, d. h. als das Verhältnifs der Elasticität zur Dichtigkeit des Gases folgen.

Laurent. Ueber die Schwingungsrichtung der Schallwellen.

Hr. Laurent begleitet seine durch Hrn. Arago der Pariser Akademie vorgelegte Abhandlung mit einer kurzen Notiz, in der er angiebt, dafs er in derselben cylindrische Wellen betrachte, die von gewissen Integralen der Schallgleichung abhingen, die man in endlicher Form erhalten könnte. Diese Wellen sind durch eine Folge von Diametral-Ebenen, in denen die Geschwindigkeit für jede Entfernung von der Achse parallel der Oberfläche ist, zertheilt. Diese Ebenen, die auf der Wellenfläche gleiche Segmente abschneiden, sind in ungrader Zahl, und können nicht unter 5 sein, wenigstens bei den in endlicher Form erhaltenen Integralen. Denkt man sich nun jeden, zwischen 2 auf einander folgenden Ebenen liegenden Winkel in 2 gleiche Theile getheilt, dann wird man eine neue Reihe von Ebenen haben, in denen die Geschwindigkeit normal zur Oberfläche der Welle ist; diese senkrechte, in Bezug auf die Fortpflanzungsrichtung longitudinale Geschwindigkeit ist immer ein Maximum; die transversale, d. h. die der Wellenfläche parallele ein Minimum. Die transversale Geschwindigkeit nimmt weit schneller ab, als die longitudinale, wenn der Radius der Welle zunimmt, so dafs das Verhältnifs beider Geschwindigkeiten dem Radius umgekehrt proportional ist. Wird der Radius der Welle sehr grofs, so wird

die Geschwindigkeit fast nur longitudinal, ausgenommen in der Nähe der Ebenen, in denen die transversale Geschwindigkeit nur stattfindet. Andererseits, wenn man die Krümmung der Welle so gering nimmt, als man nur immer will, nur nicht vollständig Null, dann wird der Raum zwischen den Linien auf der Welle, die den Maxima und Minima der Geschwindigkeiten entsprechen, eine beliebige Gröfse annehmen können. Die Consequenzen hieraus für longitudinale Schwingungen will Hr. Laurent später entwickeln.

J. Bertrand. Ueber die Fortpflanzung des Tons in einem heterogenen Medium.

Hr. Bertrand hat der Akademie zu Paris eine Abhandlung eingereicht, über dessen Inhalt er in der kurzen Notiz in den Comptes rendus folgendes angiebt: Er betrachtet in derselben die Fortpflanzung ebener Wellen in einem heterogenen Mittel; die diese Bewegung ausdrückende Gleichung läfst sich in einer unendlichen Zahl von besonderen Fällen leicht integriren; es sind dies, bei Betrachtung der Fortpflanzung der Wellen in einer Ebene, alle die Fälle, in denen, wenn a das Verhältnifs der Elasticität des Gases zur Dichtigkeit ist, $\log a$ die stationäre Temperatur für irgend ein System isothermer Linien darstellt. Jedesmal aber führt das gefundene Integral zu folgendem Resultat:

Wenn man sich ein Geschofs vom Mittelpunkt der Erschütterung so ausgehend denkt, dafs seine Geschwindigkeit in jedem Punkte die Quadratwurzel des Verhältnisses der Elasticität des Gases zu seiner Dichtigkeit ist, so wird es unter allen Curven, die das Geschofs, um nach einem bestimmten Punkte der Ebene zu gelangen, beschreiben kann, eine geben, die es in der kürzesten Zeit durchläuft. Sei t diese Zeit, so werden alle Punkte der Ebene für welche t denselben Werth hat, am Ende der Zeit t die einzigen in Bewegung sein: sie bilden eine Curve, die die Stelle der kreisrunden Welle im homogenen Mittel vertritt und die normal zu allen oben definirten Brachystochronen ist. Das

Ganze dieser Curven nach denen die Wellen sich fortpflanzen bildet immer ein isothermes System.

v. Morozowicz.

---

2. Akustische Phänomene.

Cagniard-Latour. Expériences relatives à la voix humaine. Inst. No. 639 p. 106*.

Blandet. Du rétablissement de la voix sur les cadavres humains. C. R. XXIII. 502*; Inst. No. 662 p. 302*.

Bishop. On the physiology of the human voice. Phil. Trans. 1846 p. 551*; Phil. mag. XXIX. 132*; Inst. No. 667 p. 343*.

Guillemin. Observations relatives au changement qui se produit dans l'élasticité d'un barreau de fer doux sous l'influence de l'électricité. C. R. XXII. 264*; Inst. No. 632 p. 50*; Arch. d. sc. ph. et nat. I. 191*.

Wertheim. Note sur les vibrations qu'un courant galvanique fait naître dans le fer doux. C. R. XXII. 336*; Inst. No. 634 p. 65*; Pogg. Ann. LXVIII. 140*; Sillim. J. 1846 I. 426.

de la Rive. Sur les vibrations qu'un courant électrique fait naître dans un barreau de fer doux. C. R. XXII. 428*; Inst. No. 636 p. 83*; Arch. d. sc. ph. et nat. I. 170*.

Guillemin. Réponse aux remarques faites par Mr. Wertheim concernant sa communication sur les changements que produit un courant électrique dans l'élasticité d'un barreau de fer doux. C. R. XXII. 432*; Inst. No. 636 p. 83*.

Wertheim. Réponse aux remarques de Mr. de la Rive sur une note concernant les vibrations électriques. C. R. XXII. 544*; Inst. No. 638 p. 100*.

Wartmann. Lettre sur des expériences qui conduisent à adopter les vues de Mr. de la Rive sur les vibrations que les courants électriques engendrent dans les barres de fer. C. R. XXII. 544*.

Wartmann. On the causes to which musical sounds produced in metals by discontinuous electric currents are attributable. Phil. mag. XXVIII. 544*; Arch. d. sc. ph. et nat. I. 419; Inst. No. 660 p. 290*; Bull. de Brux. XIII. 1. 320*; Monatsb. d. Berl. Ak. 1846 p. 111*.

Janniar. Son insolite produit par les fils du télégraphe électrique. C. R. XXIII. 319*; Inst. No. 658 p. 269*; Arch. d. sc. ph. et. nat. II. 394*.

W. Beatson. Des vibrations magnétiques. Arch. d. sc. ph. et nat. II. 113*.

Underwood. Changement produit dans le son d'une cloche. Arch. d. sc. ph. et nat. IV. 182*; Electr. mag. Octob. 1846.

Echos. Mech. mag. XLIV. 160.

Cagniard-Latour. Resultate neuer Versuche über die menschliche Stimme.

Hr. Cagniard-Latour hat Versuche angestellt über den Einfluſs, den verschiedene Ansatzröhren auf den Ton von Mundstücken mit Drehzungen (*anches à torsion*[1]) nach seiner Erfindung äuſsern würden. Das Mundstück *I.* hatte zwei hölzerne Zungen; an dem *II.* war die eine derselben durch eine feste Messingplatte ersetzt; *III.* besaſs, dem menschlichen Kehlkopf vergleichbar, zwei (hölzerne) Zungenpaare über einander. Alle drei Mundstücke sind gestimmt, ein *f* von 334 einfachen Schwingungen in der Secunde hervorzubringen. Sie wurden jedes mit vier Ansatzrören von 25^{mm} Durchmesser versucht; Ansatzrohr *A* maſs 15, *B* 25, *C* 45, *D* 80 Centim. Länge; *A* und *B* bestanden aus Glas, *C* aus Kupfer, endlich *D* aus Holz. Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse dieser Versuche.

	A	*B*	*C*	*D*
I.	Ton nur wenig verändert.	Ton merklich erhöht.	Ton erhöht.	Ton sehr wenig verändert.
II.	Ton um einen halben Ton tiefer.	Ton verschwindet.	Ton verschwindet.	Ton um einen halben Ton höher.
III.	Ton unverändert.	Ton unverändert.	Ton unverändert.	Ton unverändert.

[1] S. Berl. Ber. 1845. 160.

Aus der Beständigkeit des Tons des Mundstückes mit zwei Paar Zungen bei verschiedener Natur des Ansatzrohres schliefst Hr. Cagniard-Latour, dafs die Fähigkeit, die wir besitzen, die Stimme auf einer und derselben Höhe zu erhalten, während wir durch das gleichzeitige Aussprechen von Worten die Gestalt des Ansatzrohres verändern, wohl auf dem Umstand beruhen dürfe, dafs wir alsdann die oberen und unteren Stimmbänder gleichzeitig in Schwingungen gerathen lassen. Das Verstummen des Mundstücks *II.* wird einer Art von Interferenz zugeschrieben zwischen den Schwingungen der Luftsäule im Ansatzrohr und denjenigen der freien Zunge des Mundstückes selber. Herr Cagniard-Latour entnimmt daraus, dafs uns, bei Abwesenheit eines der Stimmbänder Töne fehlen könnten, die uns jetzt geläufig sind.

Derselbe hat ferner beobachtet, dafs, wenn man die Mundstücke *I.* und *III.* mit dem Munde anbläst, das *III.* eine mit der Stärke des Blasens gleichen Schritt haltende Veränderung in der Stärke des Tones kundgebe, während der Ton von *I.* vergleichweise unverändert bleibe. Ein ähnliches Verhalten zeigen, nach älteren Erfahrungen des Verfassers, die Töne der Kautchukkehlköpfe und auch diejenigen, welche man durch Blasen auf den Fingern erzeugt. Da auch der Kehlkopf des lebenden Menschen diese Eigenschaft theile, so wird abermals geschlossen, dafs wohl die obern Stimmbänder gleichzeitig mit den untern schwingen dürften.

Endlich wird ein Versuch mitgetheilt, der sich seiner Bedeutung nach denjenigen anschliefst, welche im vorjährigen Berichte (S. oben) Platz gefunden haben; er bezieht sich auf die Leichtigkeit, mit der Zungentöne, bei gleicher Höhe, mannigfachen Umständen gegenüber ihren Klang (Timbre) verändern. Der Unterschied in der Anordnung der beiden ein *f* von ungefähr 335 Schwingungen angebenden Drehzungen, wovon die eine den Klang der Flöte, die andere den der freien Zungen nachahmte, habe ich mir aus der Beschreibung im *Institut* nicht mit hinreichender Sicherheit klar zu machen vermocht.

Blandet. Wiederherstellung der Stimme an menschlichen Leichnamen.

Der Verfasser scheint die Arbeiten von Joh. Müller über denselben Gegenstand nicht zu kennen; man begreift sonst nicht, welches wissenschaftliche Interesse er den hier gemachten Mittheilungen hat beilegen können. Anstatt, wie Müller, den Kehlkopf und seine verschiedenen Theile auf mechanische Weise zu befestigen und die Spannung der Stimmbänder dadurch streng messenden Versuchen zugänglich zu machen, nimmt er den Schildknorpel in die Hand, und spielt mittelst der Finger, welche die Gießbeckenknorpel regieren, Tonleitern indem er selbst in die Luftröhre bläst. Daraus, daß bei seinen Versuchen das Einziehen der Luft leichter und kräftigere Töne gab, als ihr Austreiben, hält sich Hr. Blandet für berechtigt zu schließen, daß die menschliche Stimme kein Zungenton sei. Die Gestalt des Rachens sei es, welche den Klang bestimme. Die Ausrottung der Mandeln sei keineswegs gleichgültig für die Stimmbildung; es gehen dadurch vier Töne an dem oberen Ende der Tonleiter des Kehlkopfes verloren, und es würden dafür zwei nach unten gewonnen. Diese Erfahrung, von der nicht erhellt, ob sie am Lebenden oder der Leiche gemacht sei, stimmt einigermaßen mit Müller's Bemerkung, daß die Verengerung des Anfangs des Ansatzrohrs oder der oberen Kehlkopfhöhle dicht vor den unteren Stimmbändern nach der Theorie der Zungenpfeifen den Ton etwas erhöhen könne[1]. Dem Kehldeckel und der Zungenwurzel schreibt der Verfasser, außer der Hervorbringung der Triller, folgendes Amt zu: „*En outre, quand elles ferment le conduit aérien, elles favorisent les sons de poitrine où l'air est refoulé; quand elles s'ouvrent, au contraire, les sons montent à la tête, ce qui donne le fausset.*" So straft sich an demselben, wie so häufig an seinen Landsleuten, seine Unkenntniß der deutschen Wissenschaft; neun Jahre nachdem Joh. Müller den Unterschied beider Register darin nachgewiesen, daß bei den Fisteltönen bloß die feinen Ränder der Stimm-

[1] Handbuch der Physiologie des Menschen u. s. w. Bd. II. Abth. I. 1837. S. 205. XXXI*.

bänder, bei den Brusttönen die ganzen Stimmbänder lebhaft und mit grofsen Excursionen schwingen[1]; nachdem er durch den Versuch an ausgeschnittenen Kehlköpfen gezeigt, dafs der Kehldeckel, die obern Stimmbänder, die MORGAGNI'schen Ventrikel, die Gaumenbögen, kurz alle vor den untern Stimmbändern liegenden Theile weder zur Bildung der Brusttöne noch der Fisteltöne nöthig sind[2]: neun Jahre hernach läfst sich Hr. BLANDET noch durch die veralteten Kategorieen von Kopf- und Bruststimme zu Aussprüchen verleiten, von denen Berichterstatter wenigstens nicht versteht, wie denselben eine physikalische Deutung unterzulegen sei. Die übrigen Beobachtungen des Verfassers sind folgende: ein seitlicher Druck auf den Schildknorpel am Lebenden gestatte die Bildung dreier Töne mehr am oberen Ende der Tonleiter, während mehrere Brusttöne dabei in Kopftöne verwandelt werden (S. oben); die Giefsbeckenknorpel und die obern Stimmbänder verstärken durch Mitschwingen den Ton; durch Streichen mit dem Fidelbogen lassen sich von den Stimmbändern schreiende Töne erlangen; durch Zusammenheften der Stimmbänder in ihrem oberen Drittheil (?) Töne von übermenschlicher Höhe; nach Zerstörung beider Bänder nur noch Schnarchen wie eines Schlafenden; nach Zerstörung nur eines einzigen hingegen, wie es auch aus Krankheitsfällen bekannt sei, Töne wie gewöhnlich.

JOHN BISHOP. Physiologie der menschlichen Stimme.

Der Verfasser geht in dieser ziemlich verwirrten, und im Verhältniss zu ihrer Ausdehnung wenig fruchtbaren Arbeit beinahe sämmtliche Fragen des in der Aufschrift bezeichneten Gebietes der organischen Physik durch, und flicht stellenweise eigne Bemerkungen ein, von denen wir die wichtigsten hervorheben wollen.

Obschon er eingesteht, dafs eine mathematisehe Theorie der Stimme nicht gegeben werden könne, und dafs die Stimm-

[1] A. a. O. S. 195. XIX*.
[2] A. a. O. S. 199. XX*.

bänder beim ersten Anblick nicht die geringste Aehnlichkeit mit einer Saite haben, wendet er doch auf dieselben die Formel an, welche die Anzahl der Schwingungen in der Secunde als Function der Mafse, des specifischen Gewichtes und der Spannung der Saite, und der Erdkraft ($2g$) ausdrückt. Diese Formel ist bekanntlich so beschaffen, dafs sie die Länge der Saite im Nenner enthält. Dadurch will nun Hr. Bishop Joh. Müller's Ergebnifs erklären, dafs die Tonhöhe des Kehlkopfes nicht genau wie die Quadratwurzeln der spannenden Kräfte, sondern etwas langsamer wachse,[1] indem mit der Spannung immer zugleich die Länge der Stimmbänder vergröfsert worden sei. Hr. Bishop versucht, aus der Tonhöhe bei einer bestimmten Spannung und der bekannten Länge der Stimmbänder ihr Gewicht theoretisch zu berechnen (!); dafs die gefundene Zahl die beobachtete um das doppelte übertrifft, glaubt er dadurch erklären zu können, dafs die Bänder mit der Schleimhaut, als trägem Gewichte belastet sind, welches sie in ihren Schwingungen mit sich führen müssen. Nichtsdestoweniger verwahrt sich der Verfasser gegen die Meinung, als wolle er den Kehlkopf als ein Saiteninstrument betrachtet wissen; diese Aehnlichkeit beziehe sich nur auf die Geschwindigkeit, womit sich eine Gleichgewichtsstörung den Stimmbändern entlang fortpflanzen würde. Und so vertheidigt er denn auch die Vorstellung, dafs der Kehlkopf ein Zungenwerk sei, gegen die Behauptung Savart's, das Wesentliche an einem Zungenwerke sei die abwechselnde Schliefsung und Oeffnung des Luftweges, indem er erinnert, dafs in der Clarinette, dem Fagott, dem Hoboë, der Luftstrom durch die schwingende Zunge keineswegs immer ganz abgesperrt werde. Aller Wahrscheinlichkeit nach finde ein doppelter Vorgang bei der Stimmbildung im Kehlkopfe statt: *„the one being a vibratory motion throughout their length similar to that of a musical string, and the other an oscillation like that of a reed, forming a partial opening and closing of the glottis.*" Es scheint freilich, als wenn dem nicht anders sein könne, aber schwerlich haben sich diejenigen, welche die Aehnlichkeit der Stimmbänder mit den Zungen vertheidigten, die Sache nicht auch schon so vor-

[1] A. a. O. S. 189. XIV*.

gestellt, wie nun Hr. Bishop, da die einfachste geometrische Anschauung lehrt, dafs, wenn ein Ring mit zwei halbkreisförmigen elastischen sich in einem Durchmesser fast berührenden Häuten überspannt ist, eine Erweiterung des Spalts durch den Luftstofs nicht anders erfolgen könne, als auf Kosten einer Dehnung der Häute in der Richtung des Durchmessers.

Hr. Bishop läugnet, dafs mit der Erhebung des Kehlkopfes, welche die der Stimme zu begleiten pflegt, das Anspruchsrohr verlängert werde. Er behauptet vielmehr sich durch Versuche an Leichen, die aber auch an Lebenden zu wiederholen seien, überzeugt zu haben, dafs der unterste Ring der Luftröhre sich um eben so viel im Thorax erhebe, als der Kehlkopf sich der Schädelbasis nähere, so dafs jene Länge beständig bleibe. Dabei werde aber der Durchmesser der Luftröhre um ein Drittheil vermindert. Diese Einrichtung hat dem Verfasser zufolge den Zweck, die Spannung der Wände der Luftröhre der erhöhten Spannung der Stimmbänder beim Erzeugen der hohen Töne gerecht zu machen.

Sodann kommt Hr. Bishop auf die sogenannte Kopfstimme zu sprechen. Er geht dabei von folgender ihm eigenthümlichen Beobachtung aus: Wenn man mit dem Finger den Zwischenraum zwischen Ring- und Schildknorpel überwache, während die Stimme aus dem Brust- in das Kopfregister übergeht, finde man, dafs dieser bei dem letzten Brustton noch eng geschlossene Zwischenraum beim ersten Kopftone sich beträchtlich erweitere, so dafs also, zur Erzeugung der Kopfstimme, trotz der grofsen Höhe des Tones, die Stimmbänder erschlafft und das Anspruchsrohr verlängert werden würde. Nachdem jedoch diese Veränderung einmal vorgegangen, erhebe sich, mit dem Tone, auch wieder allmälig der Kehlkopf. Hr. Bishop hält, wenn ich ihn richtig verstehe, für den Grund dieser Erscheinung den Umstand, dafs die *M. thyreo-arytaenoidei* bei dem höchsten Tone der Bruststimme sich in einem solchen Zustande der Spannung befinden, dafs sie nicht vermögen, eine Veränderung des Registers, die er ihnen somit zur Last legt, herbeizuführen; diese Veränderung soll darin bestehen, dafs die Stimmritze zur Hälfte geschlossen werde, so dafs nur noch die halbe Länge der Stimm-

bänder schwinge, wobei Lehfeldt's und Müller's Ansicht (S. oben) aber auch noch zu gelten fortfahre, indem eine Verminderung der Breite des schwingenden Theils der Bänder eine unmittelbare Folge der Verminderung seiner Länge sei. Die geringere Stärke der Fisteltöne rühre daher, daſs die Wandungen der Windlade nun nicht mehr im Einklange mit den Stimmbändern schwingen, sondern die tieferen Octaven der Töne des Kehlkopfes erzeugen.

Der Verfasser schlieſst indem er für den Kehlkopf die Aehnlichkeit mit einer bestimmten Klasse von Tonwerkzeugen verwirft und ihn für den vollendeten Typus sowohl der Saiten-, als der Zungen- und Windinstrumente erklärt.

Dr. E. du Bois-Reymond.

Zur Erklärung der Töne, welche eine Saite oder ein Stab giebt, wenn man sie von unterbrochenen Strömen durchlaufen oder von solchen Strömen, die durch eine Spirale gehen, umgeben läſst, hatten mehrere Physiker eine besondere Aenderung des Molekularzustandes vorausgesetzt, die eine abwechselnd verschiedene Spannung der Theilchen im tönenden Körper bedingt. Nach den Untersuchungen, die Hr. Wertheim über diese Tonerzeugung angestellt hat, tritt jene Molecularveränderung in einen weit näheren Zusammenhang mit anderweit bekannten Thatsachen, und nimmt dadurch der ganzen Erscheinung einen groſsen Theil des Wunderbaren, mit dem man sie zu umgeben trachtete.

Es handelte sich zunächst um Feststellung einer, von den Herrn de la Rive und Matteucci abweichend angegebenen Thatsache; der erstere glaubte es mit transversalen, der letztere mit longitudinalen Schwingungen zu thun zu haben. Hr. Wertheim befestigte zu dem Ende einen weichen Eisenstab von 2 Meter Länge und 1 Centimeter Seite in der Mitte und umgab die freien Enden mit Glasröhren von hinlänglicher Weite, um dem Stab ein freies Schwingen zu gestatten. Auf die Glasröhren waren Spiralen von dickem Kupferdrath gewickelt, die einer Säule von zwanzig Bunsenschen Elementen zur Schlieſsung dienten. Der Rheotom, der die Unterbrechung des Stromes bewerkstelligte, war in einem Nebenzimmer aufgestellt. Das eine, über die Spirale hinausragende

Ende des Stabes trug eine Marke, auf welche ein, mit einem Fadenkreuz versehenes Fernrohr eingestellt war. Als die Wirkung der Säule begonnen hatte, hörte man den Longitudinalton, und sah die Marke im Sinne der Längsschwingungen sowohl, als der Querschwingungen sich fortbewegen. Hr. Wertheim wiederholte darauf die Versuche mit einer viel stärker inducirenden Spirale, und sah, dafs der Stab seine Lage nur in der Longitudinalrichtung veränderte, ohne die Transversalbewegung zu machen, sobald er genau in der Axe der Spirale lag. In jeder andern Lage wurde er im Moment des Schliefsens vom nächsten Punkte der Rolle angezogen, und blieb in dieser Stellung, bis der Strom unterbrochen wurde. Herr Wertheim bemerkt, dafs diese Beobachtung gleicher Natur sei mit der von Herrn Guillemin gemachten, nach welcher man einen, an einem Ende durch Gewichte belasteten horizontalen Eisenstab sich gerade richten sieht, wenn man ihn mit einer Inductionsrolle umgiebt. Nach Herrn Guillemin's späterer Angabe kann das jedoch nicht der Fall sein, da die Spirale unmittelbar auf den Eisenstab fest aufgewunden war. Auch hat derselbe durch einen Gegenversuch bewiesen, dafs die beschriebene Wirkung nicht die Anziehung der einzelnen Windungen gegen einander zuzuschreiben sei, da der Versuch nicht gelingt, wenn man den Eisenstab durch einen hölzernen ersetzt. Um zu erfahren, ob die Longitudinalbewegung die Folge einer merklichen Ausdehnung sei, würde der Stab auf zwei Glascylinder gelegt; im Moment des Schliefsens wurde er um wenigstens einen Millimeter in der Rolle hineingezogen. Die Drahtrolle übt also einen starken Zug auf den Stab in der Richtung seiner Axe aus. Wurde durch oder um einen Eisendraht, der auf einem Longitudinalmonochord ausgespannt war, der Strom geleitet, so erhielt Hr. Wertheim ebenfalls den Ton, den man durch longitudinales Reiben der Saite hervorrufen kann, niemals aber den Transversalton. Bei Anwendung eines gewöhnlichen Monochords wird die Beobachtung wegen der Mitwirkung des Resonanzbodens unsicher gemacht. Die Entstehung des Longitudinaltons in diesem Falle erklärt Hr. Wertheim durch ein abwechselnd erfolgendes An- und Abspannen der Saite durch zu- und abnehmende Elasticität vermöge der Temperaturverän-

derungen, welche der Strom hervorbringt. Er vergleicht diese Tonerzeugung mit der, welche eine Saite bei plötzlichem Abspannen darbietet, während der Ton im zuerst betrachteten Falle dem unterbrochenen Hineinziehen der Theilchen in die Spirale seine Entstehung verdankt. Herr DE LA RIVE hat zwar diese Betrachtungsweise zum Theil anerkannt, er wirft gegen dieselbe jedoch noch Einiges ein. Es sei schwer zu denken, daſs so bedeutende Eisenmassen durch die Wirkung der Spirale hin- und herbewegt werden sollten, auch könnten die Stäbe die ganze Rolle erfüllen, und doch den Ton hervorbringen; der Grund der Tonerzeugung muſs in den Stäben oder Saiten selbst liegen, nicht im übrigen Theil des Apparates, denn man könne durch Berührung des tönenden Körpers den Ton unterdrücken. In Bezug auf den Durchgang des Stromes durch den Draht, derin Schwingungen versetzt werden soll, bemerkt Hr. DE LA RIVE, daſs der so hervorgebrachte Ton höher sei, als der, den der Strom in der Spirale erzeugen würde, er könne also nicht durch Temperaturerhöhungen entstehen, da diese die Elasticität schwächen und einen tieferen Ton hervorbringen würden. Auch bezieht er sich auf Drähte aus andern Metallen als Eisen. Herr WERTHEIM hat auf diese Einwürfe erwiedert, daſs er seine Versuche in ausgedehnterem Maaſse wiederholen würde.

Die Versuche, welche Hr. BEATSON zur Entscheidung der vorliegenden Frage angestellt hat, beziehen sich auf die Tonerzeugung in verschiedenen Metalldrähten. Er befestigte eine verticale Saite am oberen Ende, und lieſs das untere an einen hölzernen Hebe greifen, dessen Drehpunkt dicht neben jenem Angriffspunkt lag. Dieser Hebel diente als Belastung der Saite, und zeigte ihre Längenveränderungen mit seinem langen Arme an einer Kreistheilung. Kupferdraht gab, von der Spirale umgeben, keinen Ton und zeigte vom Strom durchlaufen keine Verlängerung. Ein schwacher Eisendraht veränderte seine Länge in beiden Fällen. Harter Stahl zeigt zuerst keine Verlängerung, wenn die Spirale auf ihn wirkt, läſst man aber einen Strom durch denselben gehen, den man öfter unterbricht, so zeigt sich eine Wirkung, die zwar immer schwächer wird, aber nicht verschwindet. Nun ist der Draht auch fähig geworden, unter dem Einfluſs der Spirale

Längenveränderungen zu zeigen. Es ist Hrn. Beatson auch gelungen, durch die Entladung einer Leydenschen Flasche einen Ton in einem, in den Strom eingeschalteten Drath zu erzeugen; die Entladung mufs durch einen feuchten Faden, weder zu rasch noch zu langsam und mit Vermeidung des Funkengeräusches vor sich gehen.

Hrn. Wartmann's Versuche schliefsen sich am nächsten an die des Hrn. Wertheim an. Er hat die Ortsveränderungen einer Marke ebenfalls mittelst eines Fernrohrs beobachtet, und sich dabei der von Gauss beim Magnetometer angewandten Methode der Spiegelung bedient. Der kleine Planspiegel war an einem Korke befestigt, der durch Reibung auf dem schwingenden Stabe festsafs. Wenn der Stab sich grade in der Axe der Spirale befand, nahm er ebenfalls keine Transversalschwingungen wahr. Ging der Strom durch den Draht selbst, so wurde der Spiegel durch eine kleine Thermometerkugel ersetzt, auf deren Lichtpunkt das Fadenkreuz eingestellt worden. Eine Längenveränderung war in diesem Falle nicht zu bemerken, so dafs Hr. Wartmann geneigt ist, die Entstehung des sehr deutlichen Tones durch eine Veränderung in der Anordnung der Moleküle zu erklären. Mit den Ansichten des Herrn Wertheim stimmt er zwar im Allgemeinen überein, führt jedoch einzelne Punkte an, die durch dieselben nicht völlig aufgehellt sind. Er hält es für nicht möglich, dafs man die Tonerzeugung in der vom Strom durchlaufenen Saite der Temperaturveränderung zuschreiben könne, da in Hrn. de la Rive's Versuchen Töne von 600 Stöfsen in der Secunde erzeugt wurden, die unmöglich durch eben so viele Erwärmungen und Abkühlungen hervorgebracht sein können. Hr. Janniar hat die Tonerzeugung durch Elektricität an Telegraphendrähten beobachtet, und Hr. Underwood glaubt die Tonveränderung einer Glocke ebenfalls der Veränderung in der Lage der Moleküle zuschreiben zu müssen, welche die Elektricität hervorbringt. Eine Thurmuhr blieb nämlich während eines Ungewitters stehen, und ihr sonst schöner Schlag wurde tiefer und unangenehm. Nach einiger Zeit erlangte die Glocke ihren Ton wieder, verlor ihn aber durch ein zweites Ungewitter ohne ihn wieder zu erhalten. Diese Erscheinung wäre vielleicht eher mit

dem von Babinet angestellten Versuche in Zusammenhang zu bringen, bei welchem eine Glocke beim Erwärmen ihren Ton fast gänzlich verliert, offenbar in Folge ihrer verringerten Elasticität.

Dr. W. Beetz.

Im Mech. mag. wird ein Echo in der Kirche von Shipley, Grafschaft Sussex, erwähnt, welches deutlich 21 Sylben hören lassen soll.

---

3. Akustische Apparate.

Cabillot. Application du monocorde. Nomenclature musicale. C. R. XXIII. 973*.

Müller. Anwendung der stroboskopischen Scheiben zur Versinnlichung der Grundgesetze der Wellenlehre. Pogg. Ann. LXVII. 271*.

Romershausen. Das Telephon, ein akustisches Communikationsmittel bei Eisenbahnen. Dingl. p. J. XCIX. 413*.

Cabillot. Anwendung des Monochords. Musikalische Nomenklatur.

Von dieser Arbeit des Hrn. Cabillot ist bis jetzt nur der Titel bekannt geworden.

Hr. Müller hat die sinnreiche Idee gehabt die stroboskopische Scheibe anzuwenden um einige der wichtigsten Arten der Wellenbewegung deutlich zu machen.

Diese Scheiben leisten vollkommen das was Hr. Müller von ihnen verspricht; man bekommt durch sie ein klares Bild von den folgenden Schwingungsarten: Wasserwellen, stehende und

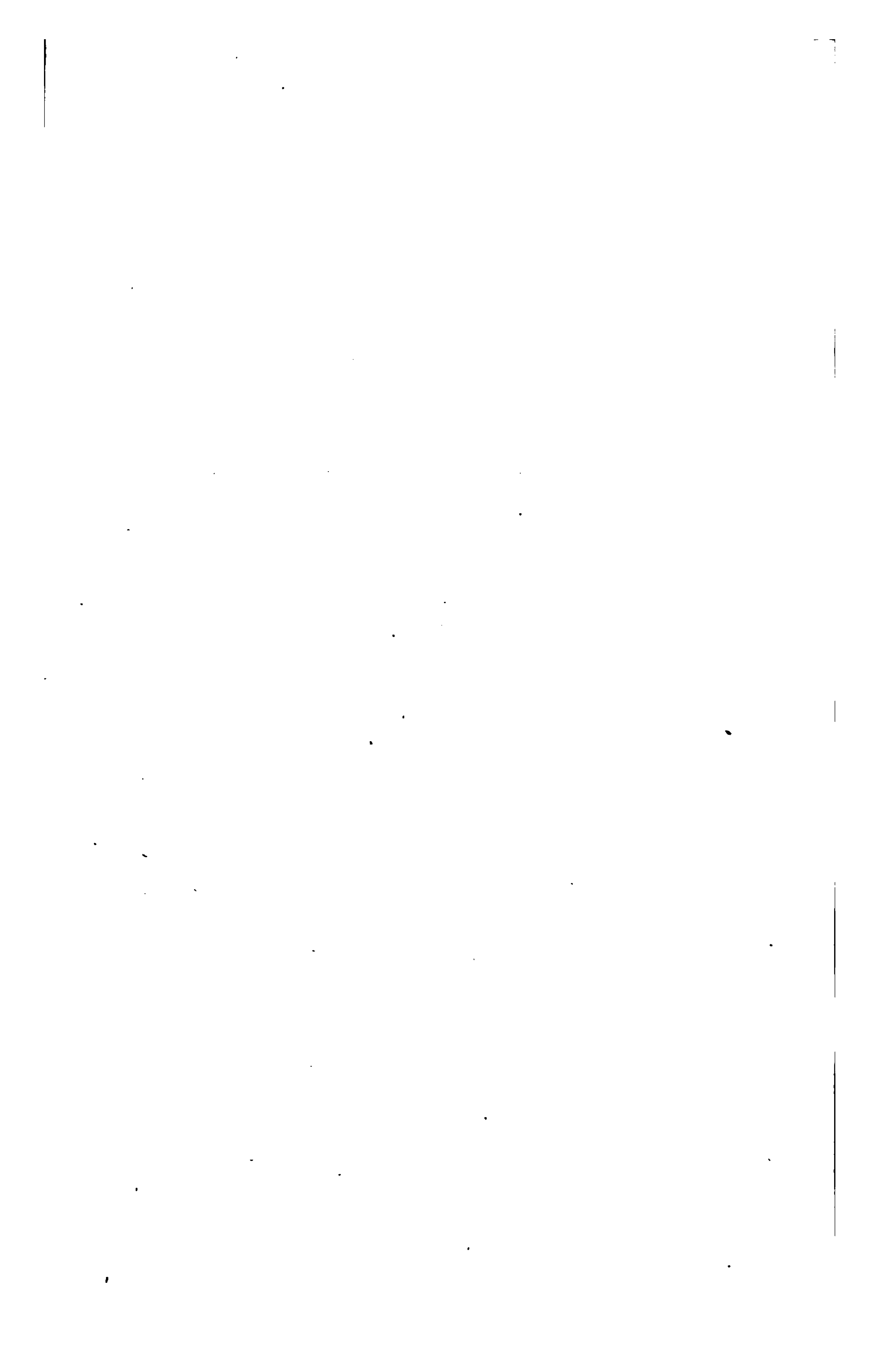
fortschreitende Seilwellen, fortschreitende Schallwellen, 4 Arten der stehenden Luftwellen in offenen und gedeckten Pfeifen.

Hr. Romershausen empfiehlt die genugsam bekannte Eigenschaft von Röhrenleitungen den Schall sehr weit ungeschwächt fortzuleiten, als ein Ersatzmittel für die anderweitigen Arten der Telegraphie an Eisenbahnen. Der glückliche Erfinder ist der Meinung: „man werde zu den Mittheilungen am besten die geräuschlosen Intervalle oder die Nachtstunden benutzen," welche Meinung allerdings am Besten die Brauchbarkeit der Erfindung charakterisirt.

Dr. G. Karsten.

Dritter Abschnitt.

Optik.



1. Theoretische Optik.

CHAVAGNEUX. Sur les ondes lumineuses en général. C. R. XX. 1574*; Inst. No. 596 p. 192*.

BRIOT. Mémoire sur les mouvements vibratoires. C. R. XXI. 573*.

LAURENT. Nouvelles recherches concernant le mouvement des corps. C. R. XXI. 893*.

LAURENT. Recherches sur la théorie mathématique des mouvements ondulatoires. C. R. XXI. 1160*.

LAURENT. Mémoire sur la direction des oscillations dans les mouvements vibratoires qui se propagent dans un milieu élastique. C. R. XXII. 333*.

LAURENT. Continuation des recherches sur la théorie mathématique de la lumière. C. R. XXII. 738*.

LAURENT. Nouvelle note sur la propagation des ondes lumineuses. C. R. XXIII. 455*.

LAURENT. Recherches analytiques sur le pouvoir rotatoire artificiel des milieux élastiques. C. R. XXIII. 544*; Inst. No. 663 p. 311*.

JAMIN. Mémoire sur la polarisation métallique. C. R. XXI. 430*; Inst. No. 607 p. 294*; POGG. Ann. Ergzgsbd. II. 299*.

JAMIN. Mémoire sur la polarisation métallique. C. R. XXII. 477*; Inst. No. 637 p. 92*; POGG. Ann. LXIX. 459*.

DOPPLER. Ueber eine bei jeder Rotation des Fortpflanzungsmittels eintretende eigenthümliche Ablenkung der Licht- und Schallstrahlen. Abh. d. Böhm. Ges. 5te F. III. 417*.

LAURENT. Observations sur les ondes liquides et remarques relatives aux assimilations que l'on a faites de ces ondes aux ondulations lumineuses. C. R. XX. 1713*; Inst. No. 589 p. 215*.

LAURENT. Sur les mouvements atomiques. C. R. XXI. 438*; Inst. No. 607 p. 295*.

LAURENT. Sur les mouvements vibratoires de l'éther. C. R. XXI. 529*; Inst. No. 609 p. 311*.

Doppler. Zwei Abhandlungen aus dem Gebiete der Optik. 1) Optisches Diastemometer. 2) Ueber ein Mittel periodische Bewegungen von ungemeiner Schnelligkeit noch wahrnehmbar zu machen und zu bestimmen. Abh. d. Böhm. Ges. 5te F. III. 767*.

Laurent. Note sur la théorie mathématique de la lumière. C. R. XX. 560*.

Laurent. Sur la théorie mathématique de la lumière. C. R. XX. 1076*; Inst. No. 590 p. 143*.

A. Cauchy. Note sur cette communication. C. R. XX. 1180*.

Laurent. Sur la théorie mathématique de la lumière. C. R. XX. 1593* et 1597*; Inst. No. 596 p. 192*.

Waterson. On the physics of media that are composed of free and perfectly elastic molecules in a state of motion. Phil. mag. XXIX. 50*.

Biot. Sur les modifications qui s'opèrent dans le sens de la polarisation des rayons lumineux lorsqu'ils sont transmis à travers des milieux solides ou liquides soumis à des influences magnétiques très-puissantes. Journ. d. sav. 1846 p. 93*. 145* et 214*.

J. A. Grunert. Optische Untersuchungen. Erster Theil: Allgemeine Theorie der Fernröhre und Mikroskope. 1846. Zweiter Theil: Theorie der achromatischen Objektive. Leipzig 1847 bei Schwickert.

J. M. New theory of the prismatic colours. Mech. mag. XLIV. 366. 417. 510*; XLV. 67*.

Newton's letters to Oldenburg and Boyle respecting his theory of light and colours. Phil. mag. XXIX. 185*.

Von den zuerst citirten 8 Abhandlungen der Herren Chavagneux, Briot und Laurent sind in den Comptes rendus nur die Titel angegeben mit dem Bemerken, dafs sie einer Commission zur Berichterstattung übergeben seien.

Jamin. Ueber die metallische Polarisation.

Der Verfasser spricht in diesem Aufsatze von den Farben-Erscheinungen, welche in polarisirtem Lichte auf Metallplatten sich darstellen, wenn diese mit einer dünnen Oxydschicht überzogen sind, und zeigt namentlich die Analogie zwischen diesen Erscheinungen und der Modification der Newton'schen Ringe, welche flache Linsen auf einer Metallunterlage darbieten.

Die Versuche wurden angestellt an Platten von angelaufenem Stahl und an Neusilber-Platten, welche nach dem Becquerel'schen Verfahren mit dünnen Schichten von Bleioxyd überzogen worden waren. Die Dicken der Oxydschichten wurden auf einem nicht näher angegebenen Wege bestimmt. Als Polarisations-Maximum des Oxyds galt der Einfallswinkel, unter welchem das im Azimuthe von 0° polarisirte Licht die Ringe der ersten Ordnungen im Minimum der Lichtstärke zeigte, und als Brechungsverhältniſs der Werth der Tangente dieses Polarisations-Maximums.

Die Haupt-Ergebnisse waren, daſs bei homogenem Einfallslichte 1) wenn dasselbe im Azimuthe von 90° polarisirt war, die Entfernungen der Maxima uud Minima sich ebenso nach der Dicke der Durchgangsschicht richteten, wie bei den Newton'schen Ringen, und 2) wenn dasselbe im Azimuthe von 0° polarisirt war, daſs eine Verschiebung der Ringe eintrat, nach welcher zu urtheilen der den ungleichen Wegen zuzuschreibende Phasenunterschied sich um einen Werth geändert hatte, der bei wachsender Incidenz von 0° bis 90° sich allmälig von 0 bis zu einer halben Undulation steigerte und beim Polarisations-Maximum insbesondere eine Viertel-Undulation betrug.

Wie bei reinen Metallen ergab sich eine halbe Undulation als Summe der Phasenunterschiede für jede zwei Einfallswinkel, welche einerlei Werthe von φ in der Formel $tg\varphi = \frac{\cos(i+r)}{\cos(i-r)}$ [1] geben, in welcher i den Einfallswinkel, r den Brechungwinkel bedeutet.

Ebenso stimmt das Gesetz für das Azimuth der groſsen Axe der Schwingungs-Ellipse im reflektirten Lichte, wenn das Polarisations-Azimuth ein beliebig gegebenes ist, der von Hrn. Jamin angegebenen Formel zufolge mit dem bei der reinen Metall-Reflexion überein.

[1] Im Original steht, offenbar durch einen Druckfehler, überall $\frac{\cos(1+r)}{\cos(1-r)}$ statt $\frac{\cos(i+r)}{\cos(i-r)}$, und dieser Druckfehler ist in Poggendorff's Annalen mit übergegangen.

In der zweiten Abhandlung gibt der Verfasser eine Tabelle für die Phasenunterschiede, welche die im Azimuthe 0° und 90° polarisirt auffallenden Lichtstrahlen nach der Reflexion an Silberplatten zeigen, und zwar für eine Reihe von Einfallswinkeln, welche zwischen 34° 15′ und 84° 50′ liegen. Die Zahlen sind aus der Zahl der unter gleichen Einfallswinkeln geschehenden Reflexionen abgeleitet, nach denen er die Wiederherstellung der geradlinigen Polarisation beobachtet hat, und geben die Phasenunterschiede in halben Undulationen an. Zur Vergleichung sind die auf rechnendem Wege gefundenen Werthe derselben Phasenunterschiede beigegeben, bestimmt aus den empirischen Formeln

$$x = \frac{45 - A'}{90}, \quad \text{tg}\, A' = \frac{\cos(i+r)}{\cos(i-r)}\text{[1]},$$

wo x den Phasenunterschied in halben Undulationen, i den Einfallswinkel und r den Brechungswinkel (abgeleitet aus der Annahme, dafs das Brechungsverhältnifs der Tangente des zu 72° gefundenen Polarisations-Maximums gleich sei) bedeutet.

Chr. Doppler. Ueber eine bei jeder Rotation des Fortpflanzungsmittels eintretende eigenthümliche Ablenkung der Licht- und Schallstrahlen.

In dieser Schrift wird auf die Ablenkung aufmerksam gemacht, welche die Licht- und Schallstrahlen erfahren, wenn sie aus einem ruhenden Medium kommend durch ein bewegtes Medium hindurchgehen, und dabei derjenige Fall näher besprochen, in welchem die Bewegung eine Rotation um eine feste Axe ist. Allen speciellen Angaben ist überdies die Voraussetzung zum Grunde gelegt, dafs die Strahlen in einer auf der Drehungsaxe senkrechten Ebene sich bewegen, und dafs also der Ablenkungswinkel dem Winkel gleich wird, um welchen sich das bewegte Medium während der Durchgangszeit gedreht hat.

[1] Auch hier steht im Original, augenscheinlich durch Schuld des Setzers, $\frac{\cos(1+r)}{\cos(1-r)}$ statt $\frac{\cos(i+r)}{\cos(i-r)}$.

Den gröfsten Theil der Abhandlung füllen Auseinandersetzungen über die Nutzbarkeit der Erscheinung in der Astronomie. Doch beruhen die meisten der sich darauf beziehenden Angaben zu sehr auf mehr oder minder willkürlichen Hypothesen, um auf grofsen realen Werth Anspruch machen zu können.

Zunächst soll die erwähnte Ablenkung — vom Verfasser *rotatorische* Ablenkung genannt — namentlich, wenn sich unsere Messungsmittel noch bedeutend vervollkommnet haben würden, zur Bestimmung der Höhen der Planeten-Atmosphären dienen, und zwar unter Benutzung von Fixsternbedeckungen oder Trabanten-Verfinsterungen. Was nämlich z. B. die Fixsternbedeckungen betrifft, so hange die Ablenkung, welche das Licht des Fixsternes durch die Atmosphäre des ihn bedeckenden Planeten erfahre, von der Umdrehungsgeschwindigkeit des letzteren und den Dimensionen seiner Atmosphäre ab, so dafs man umgekehrt aus dieser Umdrehungsgeschwindigkeit und aus der beobachteten Ablenkung auf die Höhe der Atmosphäre schliefsen könne. Um zu zeigen, dafs beim Jupiter schon die jetzigen Messungsmittel ausreichen würden, wird die Ablenkung für einen Lichtstrahl, der in der Entfernung von einer Meile vor der Oberfläche des Planeten vorbeigeht, unter den Voraussetzungen berechnet, dafs 1) der gesammte in der Atmosphäre befindliche Aether überall mit derselben Winkelgeschwindigkeit rotire, dafs 2) die Atmosphärenhöhen der Planeten sich wie deren Massen verhalten und dafs 3) die Erdatmosphäre eine Höhe von 27 Meilen habe. Bei diesen Annahmen, bei welchen die Jupiters-Atmosphäre eine Höhe von 8529 Meilen erhält, wird die Ablenkung auf nahe 27″ gefunden (während unter gleichen Umständen die Erdatmosphäre für einen Beobachter aufserhalb derselben eine Ablenkung von 0.″15 geben würde).

Dafs diese Zahl sehr weit von der Wahrheit abweichen dürfte, läfst sich daraus vermuthen, dafs wohl nicht leicht eine so grofse Ablenkung den Beobachtungen entgangen sein würde, zumal da man behufs der Ermittelung der refraktorischen Ablenkung dergleichen Bedeckung nicht unbeachtet vorüber gehen läfst. Eine einigermafsen genaue Bestimmung der Atmosphärenhöhen auf dem vorgeschlagenen Wege möchte überdies nicht zu

erreichen sein, da hiezu das Gesetz bekannt sein müfste, nach welchem sich die Rotationsgeschwindigkeit des Aethers in den verschiedenen atmosphärischen Schichten richtet. Denn die obige Hypothese einer durchgehend gleichen Winkelgeschwindigkeit ist nicht wohl anzunehmen, da sich nach derselben vollkommen ruhende Aethertheilchen unmittelbar neben anderen mit enormer Geschwindigkeit sich bewegenden befinden müfsten. Namentlich dürften sicher auch die an der Atmosphäre gränzenden Aetherschichten des leeren Raumes mit in die Drehung hineingezogen werden.

Von dem oben gefundenen sehr hypothetischen Ablenkungswinkel ausgehend findet ferner der Verfasser bei der Verfinsterung des vierten Jupitersmondes (bei welchem sich der Einflufs am meisten herausstellen mufs) die Einwirkung zu ¼ Minute als Verspätung des Eintritts und respective Verkürzung der Verfinsterungsdauer. Dies Resultat hat indefs offenbar nur Geltung (vorausgesetzt der Ablenkungswinkel betrage wirklich 27″), wenn der Beobachter beim Eintritt der Verfinsterung sich mit dem Planeten und seinem Monde in einer geraden Linie befindet und diese Linie senkrecht gegen die Jupitersaxe liegt. In diesem Falle ist aber, wenn in der That eine rotatorische Ablenkung vorhanden ist, der Eintritt in den Schatten gar nicht sichtbar weil der scheinbare Ort des Mondes alsdann hinter dem Jupiter liegen würde!

An einer spätern Stelle meint der Verfasser, man könne durch die rotatorische Ablenkung erfahren, ob die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts in den Planeten-Atmosphären eine andere sei, wie im freien Aether. Wie dies aber möglich sei, da die Ablenkung schon zur Bestimmung der Atmosphärenhöhen hat benutzt werden sollen, ist nicht abzusehen.

Ferner soll die rotatorische Ablenkung zur Entscheidung mehrerer interessanten Fragen führen können, von denen wir hier folgende hervorheben.

1) Die Frage, ob die von Herschel gefundene Rotationsgeschwindigkeit des Saturnringes zuverlässig sei. Es ist indefs zu bedenken, dafs (auch angenommen, der Saturnring habe eine Atmosphäre und der Aether in derselben theile überall dessen

Geschwindigkeit) noch hiezu erforderlich wäre, dafs man auf einem von der rotatorischen Ablenkung unabhängigen Wege die Dimensionen seiner Atmosphäre kennen gelernt habe.

2) Die Frage, ob das Zodiakallicht in der That nicht zur Sonnenatmosphäre gehöre, in welchem Falle die von demselben bedeckten Fixsterne gar keine scheinbare Verrückung, oder doch keine Verrückung erfahren würden, die mit der Rotationsgeschwindigkeit der Sonne in Verhältnifs stände.

3) Die Frage, welches die Rotationszeit der Nebelsterne und Nebelflecke sei. Aber was für Voraussetzungen müssen gemacht werden, damit eine Antwort auf diese Frage möglich werde! Es mufs die Nebelmasse ein Continuum bilden, welches gleich einem festen Körper überall dieselbe Drehungsgeschwindigkeit haben mufs — also namentlich nicht etwa ein Fixstern-System sein kann. Es mufs ferner ein Fixstern durch dieselbe bedeckt werden — was unmöglich ist, wenn die herrschende Annahme begründet ist, dafs die Nebelflecke jenseits aller erkennbaren Fixsterne liegen. Und käme im Laufe der Jahrhunderte oder Jahrtausende wirklich eine Bedeckung zu Stande, und legte weder die ungeheure Dauer der Bedeckung noch die Unbekanntschaft mit der eigenen Bewegung eine Schwierigkeit in den Weg — so würde man dennoch kein Resultat erhalten, wenn man nicht im Voraus die Dimensionen jener Nebelgebilde kennen gelernt hätte.

Laurent. Bemerkungen über die Wellen der Flüssigkeiten und über ihre Vergleichung mit den Lichtwellen.

In dem unter dem vorstehenden Titel gegebenen Aufsatze bemerkt Herr Laurent einerseits, wie ungeeignet es sei, die Lichtwellen mit den von einem Punkte aus in Flüssigkeiten erregten concentrischen Wellen zu vergleichen, da diese gar nichts dem Schatten Analoges zeigten, und ihnen daher auch die Geradlinigkeit der Fortpflanzung abginge. Andrerseits hebt er dagegen die Vergleichungspunkte hervor, welche die kleinen ringförmigen Wellen darbieten, mit denen sich das Wasser bei leichtem Winde überdeckt. Nicht allein bewegten sich diese Wellen, wie die

Lichtwellen, in ganz bestimmter Richtung und mit constanter Geschwindigkeit vorwärts, sondern es entwickelten sich, wenn sie auf ihrem Wege ein Hindernifs fänden, Erscheinungen, welche denen des Schattens und der Diffraktion entsprächen. Den Verknüpfungspunkt in Bezug auf die letzteren Erscheinungen findet er darin, dafs es beiderlei Wellenarten mit dem Einwirken von Partial-Wellensystemen auf einander zu thun haben. Bei den Wasserwellen würden diese hervorgebracht durch die vielen verschiedenen Angriffspunkte des Windes, bei den Lichtwellen durch die Uebertragung der Erschütterungen von einem Punkte zum andern, auf deren Grund man jeden Punkt der Oberfläche einer Welle als Mittelpunkt eines eigenen Wellensystems anzusehen pflege.

Laurent. Ueber die Bewegung der Aetheratome.

Die vorstehend bezeichnete Note enthält Bemerkungen über die Darstellbarkeit der Wellenbewegungen des Aethers (so wie diese aus den Atombewegungen hervorgehen, deren in dem Berichte über C. R. XX p. 1076 Erwähnung geschehen ist) durch discontinuirliche Funktionen.

Es bestehen diese Bemerkungen kürzlich in Folgendem.

In dem in Wellenbewegung begriffenen Aether kann man zu jedem Atom eine unzählige Menge anderer Atome finden, die zu einander solche Lage haben, dafs ihre Bewegungen durch continuirliche Funktionen der Zeit (t) und der, ihnen am Gleichgewichtsort zukommenden Coordinaten (x, y, z) vorstellen lassen. Demnach darf man den Aether bestehend denken aus mehr oder weniger solchen (gewissermafsen in einander geschachtelten) Atomsysteme. Sind nun ξ_1, η_1, ζ_1 die Verschiebungs-Componenten für das erste System, ξ_2, η_2, ζ_2 dieselben für das zweite, ξ_3, η_3, ζ_3 dieselben für das dritte System u. s. w., so sind zwar ξ_1, η_1, ζ_1, ξ_2, η_2, ζ_2 u. s. w. für sich continuirliche Funktionen von x, y, z und t; es würden aber ξ, η, ζ discontuirlich mit der Aenderung des Index.

Die Abänderungen, welche die durch ξ, η, ζ vorgestellten Funktionen erfahren, wenn man von einem Atomsystem zum an-

deren übergeht, sind aber ihrer Form nach dieselben, wie wenn man von einem Medium auf ein Medium von anderer Natur übergeht, und namentlich erhält man z. B. die von CAUCHY in den Comptes rendus von 1839 mitgetheilten, wenn man in ihnen die Atomwirkungen durch verschiedene Funktionen der Entfernung repräsentirt.

Ferner lasse sich bei allen Fragen, welche sich auf die gegenseitige Wirkungen der Atome beziehen, die Zahl der Atomsysteme auf *zwei* zurückführen, so dafs man die Resultate, welche LAMÉ und Andere für die Aetherbewegung aus der Betrachtung der gegenseitigen Einwirkung des Aethers und der wägbaren Materie gewonnen haben, auch aus der Betrachtung des Aethers allein herleiten könne — welcher Umstand deswegen besonders wichtig sei, weil dann eben diese Resultate auch auf den Aether im leeren Raume anwendbar würden.

LAURENT. Ueber die Wellenbewegungen des Aethers.

In dieser Abhandlung wird es von Hrn. LAURENT in Zweifel gestellt, ob die von CAUCHY für die chromatische Polarisation gegebenen Formeln gültig seien, und zwar aus dem Grunde, weil sie voraussetzen, dafs *longitudinale* Schwingungen zu keiner Drehung der Polarisations-Ebene Anlafs geben können.

Da nämlich anzunehmen sei, dafs die strahlende Wärme gleichfalls in dem Aether ihren Ursprung habe, so dürften die entsprechenden Polarisations-Erscheinungen der Wärme jener Voraussetzung zufolge gleichfalls nur transversalen Schwingungen zugeschrieben werden, und das sei wiederum deshalb unwahrscheinlich, weil dann Wärme und Licht nicht gut anders, als aus einen und denselben Bewegungen herzuleiten sein würden, während man nicht absehen könne, warum gewisse Lichtschwingungen keine Wärme, und gewisse Wärme-Schwingungen keine Licht-Erscheinungen hervorzubringen im Stande seien.

In späteren Mittheilungen verspricht Hr. LAURENT noch Anderes beizubringen, was geeignet sei, den bemerkten Zweifel noch zu erhöhen.

Wie man sieht, beruht aber wenigstens das, was hier gegen die Annehmbarkeit der CAUCHY'schen Gleichungen angeführt worden ist, auf der noch nicht fest genug stehenden Hypothese, dafs das Licht und die strahlende Wärme durch Bewegungen in einem und demselben Medium erzeugt werden.

CHR. DOPPLER. Zwei Abhandlungen aus dem Gebiete der Optik.
1. Optisches Diastemometer.
2. Ueber ein Mittel, periodische Bewegungen von ungemeiner Schnelligkeit noch wahrnehmbar zu machen.

1. In der ersten Abhandlung schlägt Hr. DOPPLER vor, die bekannte Erscheinung, dafs der Ort des Objektivbildes in einem Fernrohr sich mit der Entfernung des Objekts ändert — zu benutzen, um Entfernungen zu messen. — Zu dem Ende solle an dem Tubus der dazu zu verwendenden Fernröhre eine nach Rechnung oder mittels Beobachtungen getheilte Scala angebracht werden, auf welcher ein mit dem Fadenkreuz-Ringe der Ocularröhre in Verbindung stehender Index nach der Einstellung auf den fraglichen Gegenstand dessen Entfernung angebe. Die direkte Verbindung des Index mit dem Fadenkreuze hat den Zweck, das Instrument, welches der Verfasser *Diastemometer* nennt, für Kurzsichtige und Weitsichtige gleich brauchbar zu machen.

Da der Ort des Objektivbildes sich wenig mehr ändert, wenn das Objekt in Entfernungen tritt, welche die Focallänge des Fernrohrs bedeutend übertreffen, für die Messung erheblicherer Distanzen also bei der gewöhnlichen Einrichtung überaus lange Fernröhre erfordert werden würden, so wird vorgeschrieben, für solche Fälle hinter dem Objektivglase unweit vor dessen Brennpunkte eine Hohllinse anzubringen, welche, ohne das Instrument übermäfsig zu verlängern, auf die relative Bilderlage so wirkt, als ob nur ein einfaches Objektiv von sehr grofser Brennweite vorhanden wäre. Durch Verschiebung dieser Hohllinse oder durch Vertauschung mit anderen, stufenweise stärkeren soll überdies erreicht werden, dafs man es in seiner Gewalt habe, je nach dem Bedürfnifs die Bilder der näheren oder die der entfernteren Ob-

jekte in einen mäfsigen Abstand von dem Objektiv-Brennpunkte zu bringen (also um nicht nöthig zu haben, dem Raume zwischen Hohllinse und Ocular eine zu unbequeme Länge zu geben). Es werde dadurch überdies vermieden, dafs gewissen Ortsveränderungen des Objekts überflüssig grofse Ortsveränderungen des Bildes entsprechen. Die stärkste Hohllinse solle etwa für Objekte zwischen 20 und 100 Fufs, die nächste für Objekte zwischen 100 und 500 Fufs etc. dienen.

Als Beleg für die Wirksamkeit einer Hohllinse wird angeführt, dafs bei einer Objektiv-Brennweite von 18″, wenn 2″ vor dem Brennpunkt eine solche von 4″ Brennweite eingeschaltet würde, der Raum, in welchem die Bilder der über 20′ entfernten Gegenstände liegen, sich fast versiebzehnfache.

Da ferner die Lichtschwäche, welche bei der gesteigerten Vergröfserung im Bilde eintritt, durch ein starkes Ocular bis zur Unkenntlichkeit gehen könne, ein sehr schwaches Ocular aber das Instrument wieder zu sehr verlängern würde, so soll auch vor dem, von gewöhnlicher Stärke zu nehmenden Oculare ein Hohlglas angebracht und auf diese Weise eine wenig Raum erfordernde Linsen-Combination erhalten werden, welche die Wirkung einer einfachen Convexlinse von sehr grofser Brennweite hat.

2. Die in der zweiten Abhandlung gegebene Anweisung, periodische Bewegungen von ungemeiner Schnelligkeit noch wahrnehmbar zu machen und die Dauer ihrer Periode zu bestimmen, besteht darin, dafs man nach dem sich bewegenden Körper durch eine in einer rotirenden Scheibe angebrachten Oeffnung sehen, und die Drehung der Scheibe allmälig beschleunigen soll, bis derselbe vollkommen ruhend erscheint. Die durch eine Vorrichtung leicht mefsbare Umdrehungszeit der Scheibe falle alsdann zusammen mit der Dauer der Periode der zu erforschenden Bewegung. Die ununterbrochene Sichtbarkeit des Objekts, welche zur scharfen Bestimmung des Momentes, wo dasselbe seinen Ort nicht mehr zu verändern scheint, nöthig ist, setzt voraus, dafs die Periode kürzer ist, als die Dauer eines Lichteindrucks im Auge.

Laurent. Ueber die mathematische Theorie des Lichts.

Die erste dieser Noten (C. R. XX. p. 560) leitet Hr. Laurent damit ein, daſs er Bedenken gegen die Zulässigkeit der Voraussetzungen anregt, von welchen ausgehend Cauchy seine Grundformeln für die Aethervibrationen entwickelt. Namentlich findet er einen Anstoſs daran, daſs diese Formeln als besonderen Fall die Gleichungen für die transversalen Schwingungen fester elastischer Körper in sich begreifen. Da nämlich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Vibrationen einerseits in festen Körpern mit der Starrheit wachse, andrerseits aber im Aether unendlich viel gröſser sei als in den starren Körpern, so würde dadurch der im höchsten Grade leichtflüssige Aether gewissermaſsen mit einem Medium verglichen, welches alle bekannten festen Körper bei weitem an Starrheit übertreffe.

Jene Formeln beruhen (heiſst es weiter) auf der Voraussetzung, daſs die Wellenlängen unverhältniſsmäſsig viel gröſser als die Wirkungsweite der Moleküle seien. Er habe daher untersucht, zu welchen Folgerungen die entgegengesetzte Annahme (daſs die Wellenlängen unverhältniſsmäſsig viel kleiner als jene Wirkungsweite seien) führe, und bis jetzt genügende Resultate erhalten. Nur müsse man die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts anders erklären, als es von Cauchy geschehen ist, da das, was dieser so nenne, unter jener Annahme selbst bei groſser Intensität der Schwingungen nur unmerklich klein ausfalle. Um zu zeigen, daſs andere Erklärungen möglich seien, wird angeführt, daſs man darunter nur, statt der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der einfachen ebenen Wellen, die der Durchschnittspunkte dreier gegen einander geneigten ebenen Wellen zu verstehen brauche. Wie aber die ebenen Wellen auf eine ungezwungene Weise in der Art zu combiniren seien, daſs sie sich hinreichend schief schneiden, damit die Fortschreitungsgeschwindigkeit ihrer Durchschnittspunkte die der einzelnen ebenen Wellen hinlänglich weit übertreffe, ist nicht angegeben worden.

Als besonders günstig für seine Hypothese hebt der Verfasser endlich hervor, daſs sich aus derselben leicht erkläre, warum die Strahlen mit longitudinalen Schwingungen den Gesichtssinn

nicht afficiren. Lege man nämlich ein continuirliches Mittel zum Grunde — also ein Mittel, in welchem der Verschiebungswiderstand unendlich gering ist — so finde sich die Verschiebungs-Componente, welche der oben angegebenen Fortpflanzungsrichtung parallel ist, unmerklich klein, wie groſs auch die Vibrations-Intensität sein möge.

In der zweiten Note bespricht der Verfasser die bewegliche Polarisation, welche sich seiner Meinung nach nur einer drehenden Bewegung der Atome um den Schwerpunkt der von ihnen constituirten Moleküle des Aethers zuschreiben läſst. Diese drehende Bewegung nennt er Atombewegung im Gegensatz zu der Bewegung der Schwerpunkte der Moleküle, die er Molekularbewegung nennt.

Daſs der Atombewegung Wellenlängen entsprechen, welche von der Wirkungsweite der Moleküle bei weitem übertroffen werden, findet sich dort wie folgt erläutert.

Denkt man die Moleküle ihrer Form und ihren Dimensionen nach ganz oder nahezu unveränderlich, so bewegen sich offenbar bei der Drehung die Atome, welche auf entgegengesetzten Seiten des Schwerpunktes eines und desselben Molekels liegen, trotz ihrer groſsen Nähe in entgegengesetztem Sinne. Nimmt man daher, die Schwerpunkte als ruhend vorstellend, die Verschiebungen dem Cosinus einer linearen Funktion der Coordinaten proportional, so muſs diese Funktion sich rasch mit den Coordinaten ändern, damit sich jene entgegengesetzte Bewegung durch den Zeichenwechsel des Cosinus kund geben könne, wenn man von einem Atom zu den überaus nahen Gegenatomen übergeht. Da nun die Wellenlänge durch die Periode jener Funktion bestimmt wird, und andrerseits sich die Wirkung eines Molekels nothwendig über eine sehr groſse Menge benachbarter Moleküle erstrecken muſs, so wird die Wirkungsweite der Moleküle bedeutend gröſser sein, als die Wellenlänge. Eine derartige Bewegung kann nun, fährt Herr Laurent fort, durch die Cauchy'schen homogenen Gleichungen zweiter Ordnung, welchen die entgegengesetzte Annahme zum Grunde liegt, nicht vorgestellt werden.

Die angedeutete Entstehung von Wellen mit sehr kleiner

Wellenlänge scheint indefs noch einer strengeren Begründung zu bedürfen, als wie durch die vorstehende Betrachtung gewährt wird. Wenigstens weifs ich mir darnach eine Wellenerregung der erwähnten Art noch nicht vorzustellen. Die totalen Verschiebungen der Atome (oder deren Componenten) werden offenbar Funktionen mit zwei von der Zeit und den Coordinaten abhängigen Perioden sein. Die eine Periode wird der Bewegung der Molekel-Schwerpunkte zugehören und auf Wellen führen, welche denen der Cauchy'schen Theorie entsprechen; die andere Periode wird der drehenden Bewegung der Atome zukommen. Ferner wird der Theil jener Funktionen, welcher die letzte Periode in sich schliefst und den erwähnten Cosinus enthalten soll, wiederum noch einen eigenen periodischen, von der Zeit unabhängigen (und sein Zeichen nicht ändernden) Faktor haben müssen, welcher die mit der Entfernung vom respectiven Schwerpunkte sich ändernden Dimensionen der Bahnen, in denen die Atome bei ihrer Drehung sich bewegen, bestimmt. Gegen die Möglichkeit nun, dafs der zweite, die von der Zeit abhängige Periode einschliefsende Faktor jenes Funktionstheils einem Cosinus proportional sei, läfst sich nichts einwenden; allein den Bogen dieses Cosinus einer linearen Funktion der Coordinaten gleichzusetzen, scheint mir mit der Natur der drehenden Bewegung nicht vereinbar zu sein. Eine solche lineare Funktion ohne Weiteres einführen, heifst nämlich nichts weiter, als *a priori* voraussetzen, dafs bei Nicht-Berücksichtigung der mit den Schwerpunkten gemeinsamen Bewegungen, die Atombewegungen in einem Systeme paralleler und äquidistanter Ebenen zu einerlei Zeit dieselben seien. Dafs aber diese Annahme statthaft sei, möchte zu bezweifeln sein, da jene Ebenen (nach dem zu schliessen, was oben über das Verhalten der Wellenlängen gesagt worden ist) nicht den Verbindungslinien der Gegenatome parallel sein sollen. In dem für Wellen-Erregung günstigsten Falle, dafs die Drehungen sämmtlich um eine sich parallel bleibende Axe geschehen, würden nämlich die Entfernungen der Ebenen, welche durch die Schwerpunkte der Moleküle parallel den der Wellen-Ebenen sich gelegt denken lassen, Multipla der Atombahn-Durchmesser sein müssen. Liefse sich aber dies auch für ein Atom

vorstellen, so würde es doch nicht mehr für die der Drehungsaxe näher oder entfernter liegenden Atome wahr sein. Und wollte man diesem Mifsstande dadurch begegnen, dafs man die Hypothese hinzufügte, dafs alle Atome von dem Schwerpunkte ihres Molekels gleich weit entfernt seien, so würde man schliessen müssen, dafs alle Farben dasselbe Mafs, nämlich das doppelte des Atombahn-Durchmessers, zur Wellenlänge hätten — und eine chromatische Polarisation würde sonach unmöglich sein.

Man wird also eine vollständigere Darlegung der mathematischen Analyse des Hrn. Laurent abwarten müssen, um zu erkennen, ob die angegebenen Schwierigkeiten sich befriedigend beseitigen lassen.

Was den weiteren Inhalt der Note betrifft, so wird als Eigenthümlichkeit der besprochenen Bewegung angeführt, dafs, wenn τ die Schwingungsdauer und l die Wellenlänge für die Atom-Vibrationen vorstellt, die Entwickelung von $\frac{1}{\tau^2}$ nach Potenzen von $\frac{1}{l^2}$ im Allgemeinen ein von l unabhängiges Glied enthalte — was bei den durch Cauchy's Gleichungen vorgestellten Bewegungen nicht der Fall ist.

Ferner bezeichnet Hr. Laurent als für die Brauchbarkeit seiner Hypothese sprechend, dafs dieselbe eine leichte Erklärung für die Geradlinigkeit der Licht-Fortpflanzung, und wahrscheinlich auch für die dunklen Linien im Spektrum gewähre. Was die letzte Erscheinung anlangt, so fänden sich nämlich in jeder der Elementar-Bewegungen, aus denen sich die Atom-Vibrationen zusammensetzen, im Allgemeinen Tausende von Knotenlinien, welche der Fortpflanzungsrichtung parallel sind. Diese Knotenlinien gestalteten sich in gewissen Fällen zu ebenen Knotenflächen, die unter sich parallel und gleichweit von einander entfernt, gleichfalls der Fortpflanzungsrichtung parallel seien. Lagerte sich nun eine Reihe solcher Bewegungen über einander, so könnte in einem partieenweisen Zusammenfallen von Knotenflächen wohl ein Anlafs zur Entstehung der Fraunhofer'schen Linien liegen.

Die dritte Note handelt von der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts. Es spricht dort der Verfasser die Behauptung aus, dafs bei jeglicher Erschütterung eines einzelnen Aethertheilchens der Aether bis in seinen entferntesten Theilen momentan in Bewegung gerathen müsse, wie gering diese Bewegung anfangs auch sein möge — sobald man die Verbreitung der Bewegung anziehenden oder abstofsenden Kräften beimesse, welche unabhängig von der Zeit, blofs nach der Entfernung sich richten. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit könne daher nicht durch die Entfernung bestimmt werden, bis zu welcher die Bewegung sich innerhalb der Zeit-Einheit ausbreite, weil die für die Ausbreitung verbrauchte Zeit gleich Null sei; sie müsse vielmehr durch die Entfernung bestimmt werden, bis zu welcher nach der Zeit-Einheit die erregte Bewegung fähig geworden sei, auf den Gesichtssinn zu wirken. Die Fähigkeit, einen Gesichtseindruck hervorzubringen, hänge nur von gewissen Bedingungen ab, zu denen beispielsweise nothwendig die Steigerung der Aetherbewegung bis zu einer gewissen Intensität gehören werde. Diese Bedingungen, welche er Bedingungen der Sichtbarkeit nennt, denkt er ausgedrückt durch ein System von Ungleichungen $F > J$, $F' > J'$, $F'' > J''$, etc., in denen J, J', J'', etc. Constanten und F, F', F'', etc. Funktionen der Verschiebungen und ihrer Differenzial-Coefficienten vorstellen. Die durch die Gleichungen $F = J$, $F' = J'$, $F'' = J''$, etc. repräsentirten Flächen, welche mit zunehmender Zeit im Raume fortschreiten und unter dem Namen „Flächen der beginnenden Sichtbarkeit" (*surfaces de moindre visibilité*) eingeführt werden, haben demnach die Eigenschaft, dafs nur in den von ihnen allen zugleich umschlossenen Punkten Sichtbarkeit vorhanden ist. Auf den Grund, dafs hinreichende Intensität den Schwingungen das Haupterfordernifs für die Sichtbarkeit sein werde, andere Erfordernisse aber zur Zeit noch nicht bekannt seien, wird vorläufig $V^2 > J$ als einzige Sichtbarkeits-Bedingung hingestellt (unter V^2 die Summe $\left(\frac{d\xi}{dt}\right)^2 + \left(\frac{d\eta}{dt}\right)^2 + \left(\frac{d\zeta}{dt}\right)^2$ und unter ξ, η, ζ die rechtwinkligen Coordinaten der Verschiebung verstanden); und dann die Geschwin-

digkeit des Vorschreitens der Fläche der beginnenden Sichtbarkeit, längs ihrer Orthogonale gemessen, nämlich

$$\frac{\frac{dV}{dt}}{\sqrt{\left(\left(\frac{dV}{dx}\right)^2+\left(\frac{dV}{dy}\right)^2+\left(\frac{dV}{dz}\right)^2\right)}}$$

als Mafs der Fortpflanzungsgeschwindigkeit genommen.

Zu der vorstehenden Mittheilung erlaube ich mir nur die Bemerkung hinzuzufügen, dafs man darnach schwächerem Lichte eine geringere Fortpflanzungsgeschwindigkeit zuschreiben müfste als stärkerem, da offenbar bei stärkerem Impulse die Bewegung der entfernteren Theile sich früher auf den erforderlichen Grad wird steigern können. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit würde also den bisherigen Annahmen zuwider aufhören constant zu sein. (Bei Cauchy wird für homogene vollkommen durchsichtige Mittel als bestimmend der Zeitpunkt angesehen, wo die Bewegung in den ebenen Wellen ihrer Richtung und Gröfse nach so eben dieselbe geworden ist, wie in der Wellen-Ebene am Ursprunge der Erregung).

Der Gegenstand der vierten Note (C. R. p. 1597) ist wiederum die bewegliche Polarisation. Bei der analytischen Exposition wird die Axe der x in die Fortschreitungsrichtung der Bewegung gelegt, und die Gröfse der Coordinaten der Verschiebung, ξ, η, ζ durch die Gleichungen

$$\xi = o$$
$$\eta = A\ [\cos(Ux - St + \lambda) + \cos(U'x - St + \lambda')]$$
$$\zeta = A\ [\sin(Ux - St + \lambda) - \sin(U'x - St + \lambda')]$$

vorgestellt gedacht, so dafs die Bedingung der Sichtbarkeit

$$LA^2S^2\sin^2\left(\frac{U+U'}{2}x - St + \frac{\lambda+\lambda'}{2}\right) > J$$

wird, und mithin die Zweige der Oberfläche der beginnenden Sichtbarkeit Ebenen sind, deren Gleichungen die Form

$$\frac{U+U'}{2}x - St + \frac{\lambda+\lambda'}{2} = \text{Const.}$$

haben und die sonach auf der Axe der x senkrecht stehen und sich mit der Geschwindigkeit

$$\frac{2S}{U+U'}$$

fortbewegen. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit würde folglich eine mittlere zwischen denen der beiden entgegengesetzt circularen Componenten $\left(\text{d. h. zwischen } \frac{S}{U} \text{ und } \frac{S}{U'}\right)$ sein.

Dabei zeigt der Verfasser, daſs man auf dasselbe Resultat kommt, wenn man fragt, welche Bewegung man dem Ursprunge der Coordinaten in der Richtung der Axe den x, und welche drehende Bewegung man den Axen der y und z um die Axe der x geben müsse, damit die Schwingungsgleichungen von der Zeit unabhängig werden. Bezeichnet man nämlich durch x' die auf den beweglichen Anfangspunkt der Coordinaten bezogenen Abscissen, und durch η' und ζ' die Verschiebungs-Componenten, welche den sich drehenden Axen der y und z parallel sind, so gehen die obigen Gleichungen $x = x' + T$, $\eta' = \eta \cos T' - \zeta \sin T'$, $\zeta' = \eta \sin T' + \zeta \cos T'$ setzend, über in

$$\begin{aligned}
\xi &= o \\
\eta' &= A\,\{\cos[U(x'+T) - St + T' + \lambda] + \cos[U'(x'+T) - St \\
&\qquad - T' + \lambda']\}, \\
\zeta' &= A\,\{\sin[U(x'+T) - St + T' + \lambda] - \sin[U'(x'+T) - St \\
&\qquad - T' + \lambda']\},
\end{aligned}$$

und es muſs, damit diese Gleichungen von t unabhängig werden, für jedes x' und t

$$\left.\begin{aligned}
&\left(U\frac{dT}{dt} - \frac{dT'}{dt} - S\right)\sin[U(x'+T) - St + T' + \lambda] \\
+&\left(U'\frac{dT}{dt} - \frac{dT'}{dt} - S\right)\sin[U'(x'+T) - St - T' + \lambda']
\end{aligned}\right\} = o,$$

$$\left.\begin{aligned}
&\left(U\frac{dT}{dt} - \frac{dT'}{dt} - S\right)\cos[U(x'+T) - St + T' + \lambda] \\
-&\left(U'\frac{dT}{dt} - \frac{dT'}{dt} - S\right)\cos[U'(x'+T) - St - T' + \lambda']
\end{aligned}\right\} = o,$$

d. h. $U\frac{dT}{dt} + \frac{dT'}{dt} - S = o$, $U'\frac{dT}{dt} - \frac{dT'}{dt} - S = o$,

und folglich $\frac{dT}{dt} = \frac{2S}{U+U'}$, $\frac{dT'}{dt} = \frac{S(U'-U)}{U+U'}$

sein, wo $\frac{dT}{dt}$ die schon oben gefundene Geschwindigkeit der fortschreitenden Bewegung, und $\frac{dT'}{dt}$ die der drehenden Bewegung angibt.

Dr. F. W. G. Radicke.

Waterson. Ueber die Bewegung aus freien, vollständig elastischen Molekülen zusammengesetzter Mittel.

Der sehr gedrängte Bericht, welcher über vorbenannte Arbeit im Institut vorliegt, beschränkt sich auf eine bloſse Inhaltsangabe derselben, aus der ersichtlich ist, daſs der Herr Verfasser eine neue Theorie der Wärme unter der Annahme eines Mittels aufstellt, welches aus unendlich kleinen mit vollständiger Elasticität begabten Partikelchen besteht, die, in elastische Wände eingeschlossen, innerhalb dieser nach allen Richtnngen vollständige Freiheit der Bewegung haben. Diese innere Bewegung, bei welcher die lebendige Kraft des Moleküls als unveränderlich betrachtet wird, und während welcher die einzelnen Partikelchen sich in jeder möglichen Weise begegnen, wird als in so kurzer Zeit vor sich gehend angenommen, daſs diese Zeitdauer in Vergleich zu jeder endlichen Zeit, als unendlich klein betrachtet werden kann.

Die analytischen Untersuchungen des Herrn Verfassers erstrecken sich auf die Bedingungen des Gleichgewichts homogener Mittel dieser Art, auf die physischen Beziehungen der Mittel, welche sich durch ihr specifisches Gewicht unterscheiden, auf die Erscheinungen, welche eine Zusammendrückung oder Ausdehnung solcher Mittel begleiten; auf ihren Widerstand gegen sich bewegende Flächen, auf das vertikale Gleichgewicht eines solchen Mittels, wenn es die Atmosphäre eines Planeten bildete und endlich auf die Geschwindigkeiten, mit der Impulse in einem solchen Mittel fortgepflanzt werden. Eine nach seinem Calcul angefertigte Tabelle für Gase und Dämpfe beschlieſst das Werk,

über welches, wenn es selbst vorliegen wird, ein Mehreres folgen wird.

v. Morozowicz.

Die am Ende der Literatur dieses Abschnittes angeführten Arbeiten von Biot, Grunert u. s. f. sind nur der literarischen Vollständigkeit wegen angegeben. Zusammenstellungen, die keine neuen Resultate bringen, und grofse Monographien, können, der Natur der Sache nach, in diesem Buche nicht besprochen werden.

Dr. G. Karsten.

---

2. Optische Phänomene.

---

a. Allgemeine Schriften.

Moigno. Répertoire d'optique moderne; première partie. Paris. 1 Vol. 8.

b. Brechung und Zurückwerfung des Lichtes.

Botzenhart. Ueber das von farbigen Körpern reflektirte Licht. Pogg. Ann. LXVIII. 291*; Arch. d. sc. ph. et nat. II. 287*.

Mitscherlich. Ueber den Zusammenhang der chemischen Zusammensetzung und dem Brechungs- und Zerstreuungsverhältnisse der Körper. Monatsb. d. Berl. Ak. 1846 p. 86*; Inst. No. 661 p. 297*.

c. Absorption.

Müller. Fraunhofer'sche Linien auf einem Pappschirme. Pogg. Ann. LXIX. 93*.

Zantedeschi. Esperienze su nuove linee nere e luminose dello spettro solare. Racc. fis. chim. ital. I. 373*.

Tait. On producing white or neutral light by means of ordinary artificial light. Edinb. J. XLII. 172*; Dingl. pol. J. CIV. 21*.

d. Beugung und Interferenz.

Fizeau et Foucault. Sur la polarisation chromatique produite par les lames épaisses cristallisées. C. R. XXII. 422*; Inst. No. 636 p. 83*.

Brockelsby. Iridescent silver. Edinb. J. XL. 396*; Mech. mag. XLIV. 206*; Sillim. J. 1846. I. 112*; Pogg. Ann. LXX. 204*; Dingl. pol. J. CI. 32*.

B. POWELL. Sur les tentatives qui ont été faites pour expliquer la projection d'une étoile sur la lune pendant une occultation. Inst. No. 676 p. 422*; SILLIM. J. 1846. III. 277*; Athen.

e. Polarisation und optische Eigenschaften an Krystallen.

W. HAIDINGER. Ueber complementare Farbeneindrücke bei Beobachtung der Lichtpolarisationsbüschel. POGG. Ann. LXVII. 435*.

W. HAIDINGER. Beobachtung der Lichtpolarisationsbüschel in gradlinig polarisirtem Lichte. POGG. Ann. LXVIII. 73*.

W. HAIDINGER. Beobachtung der Lichtpolarisationsbüschel, welche das Licht in zwei senkrecht auf einander stehenden Richtungen polarisiren. POGG. Ann. LXVIII. 305*.

W. HAIDINGER. Farbenvertheilung im Cyanplatinmagnesium. POGG. Ann. LXVIII. 302*; Ber. d. Fr. d. N. W. in Wien 1846. I. 3*.

D. BREWSTER. On a new property of light exhibited in the action of chrysammate of potash upon common and polarized light. Phil. mag. XXIX. 331*; Inst. No. 669 p. 362*; No. 674 p. 401*; POGG. Ann. LXIX. 552*; Quesnev. rev. sc. XXVII. 255*; Athen. 1846.

CLERGET. Nouvelle note relative aux moyens de simplifier l'analyse des sucres et liqueurs sucrées par l'action de ces substances sur la lumière polarisée. C. R. XXII. 1138*.

DUBRUNFORT. Note sur quelques phénomènes rotatoires et sur quelques propriétés des sucres. C. R. XXIII. 38*; Ann. d. ch. et d. ph. XVIII. 99*; DINGL. p. J. CII. 304*.

CLERGET. Note en reponse à des observations de Mr. DUBRUNFORT sur l'analyse optique des sucres. C. R. XXIII. 100; Inst. No. 652 p. 224*.

CLERGET. Analyse des substances saccharifères au moyen des propriétés optiques. C. R. XXIII. 256*; Inst. No. 657 p. 262*; DINGL. p. J. CIV. No. 5; Bull. d. l. s. d'enc. 1846. oct.

SOUBEIRAN. Notiz über den Fruchtzucker. ERDM. u. MARCH. XXXVIII. 430*; Ann. d. pharm. et d. chim. IIIième sér. X. juill. 1846.

f. Meteorologische Optik.

Polarisation der Atmosphäre.

BABINET. Note sur l'observation du point neutre de Mr. BREWSTER. C. R. XXIII. 195* et 233*; Inst. No. 657 p. 261*; POGG. Ann. LXIX. 462*.

BREWSTER. Schreiben an A. v. HUMBOLDT über isochromatische Curven. POGG. Ann. LXVII. 592*.

PELTIER. De la cyanométrie et de la polarimétrie atmosphérique, ou notice sur les additions et les changements faits au cyanopolariscope de Mr. ARAGO pour le rendre cyanopolarimètre dans tous les points du ciel. Bull. de Brux. XII. 1. 453*.

ZANTEDESCHI. Delle leggi della polarizzazione della luce solare nella atmosfera serina. 8vo; Racc. fis. chim. I. 453*.

ZANTEDESCHI. Delle leggi dell' intensità della polarizzazione della luce lunare nella atmosfera. 8vo; Racc. fis. chim. I. 429*.

Regenbogen. Halos.

Brewster. Sur des anneaux nébuleux observés en Amérique. Inst. No. 620 p. 408*.

Zantedeschi. Sur une distribution insolite des couleurs dans un arc-en-ciel. C. R. XXI. 324*; Pogg. Ann. LXVIII. 566*.

A. Bravais. Ueber den weifsen Regenbogen. Pogg. Ann. LXVIII. 35*; C. R. XXI. 756*; Inst. No. 613 p. 343*.

A. Bravais. Observations sur l'arc-en-ciel blanc. Inst. No. 639 p. 108*.

A. Bravais. Sur un halo solaire vu le 22 avril 1846 à Paris C. R. XXII. 740*; Pogg. Ann. LXIX. 465*; Inst. No. 644 p. 152*.

Voisin. Arc-en-ciel blanc. Inst. No. 628 p. 11*.

E. Wartmann. Sur deux phénomènes météorologiqne extraordinaires à Lausanne. Ann. d. ch. et d. ph. XVIII. 324*; Inst. No. 644 p. 323*; Phil. mag. XXIX. 176*; Arch. d. sc. ph. et nat. II. 164*.

Quetelet. Halos. Inst. No. 663 p. 311*.

Lowe. Remarkable solar halos seen on the 19. of october 1846. Phil. mag. XXIX. 440*.

Ellis. Phénomène d'optique météorologique. Inst. No. 588 p. 128*.

Observations d'un arc-en-ciel lunaire. Inst. No. 662 p. 308*; Mech. mag. XLIII. 432*.

Luftspiegelung. Zodiakallicht. Nordlicht. Sonnenatmosphäre.

Phénoméne de mirage. Inst. No. 660 p. 292*.

Apparence lumineuse. Inst. No. 612 p. 340*.

Herrick. Sur les aurores boréales, la lumière zodiacale et les étoiles filantes. Bull. d. Brux. XIII. 1. 744*.

Jacquemet. Bande lumineuse vue au lever du soleil. Inst. No. 661 p. 294*.

Colla. Considerazioni intorno ad una luce particolare che manifestasi con frequenza di notte verso la parte boreale del cielo. Racc. fis. chim. I. 237*; C. R. XX. 323*.

Bravais. Aurore boréale. Inst. No. 676 p. 420*; Arch. d. sc. ph. et nat. III. 394*.

Coulvier-Gravier. L'aurore boréale du 22 septembre. C. R. XXIII. 639*.

Potter. On the heights of the aurora borealis of septembar 17. and october 12. 1833. Phil. mag. XXIX. 63*.

Notizen über Nordlichter. Pogg. Ann. LXVII. 591*. — Inst. No. 667 p. 348*; No. 669 p. 364*; No. 671 p. 380*.

Rabinet. Mémoire sur les nuages ignées du soleil considerés comme des masses planétaires. C. R. XXII. 281*. Inst. No. 633 p. 57*; Pogg. Ann. LXVIII. 214*.

Feuerkugeln, Sternschnuppen, Meteorsteine.

Feuerkugeln.

Hericard de Thury. C. R. XXII. 1149*.

Chasles. Sur le bolide du 9. Octobr. C. R. XXIII. 814; Inst. No. 670 p. 368*.

Gruyer. Sur le bolide du 9. Octbr. C. R. XXIII. 834*.

Cadrat. C. R. XXIII. 718*.

Ventris. Inst. No. 669 p. 364*.

A. Perrey. Note sur deux météors observés à Dijon. C. R. XXIII. 985*.

Geoffroy. Globe lumineux observé à Dijon. C. R. XXIII. 986*.

Petit. Sur le bolide du 21. Mars et sur les conséquences qui sembleraient devoir resulter de son apparition (Extrait d'une Note). C. R. XXIII. 704*.

Jelensky. Point lumineux. C. R. XXIII. 986*.

Moreau. Note sur un météore lumineux. C. R. XXIII. 549*.

Sternschnuppen.

Herrick. Hubbard. Bull. de Brux. XIII. 1. 744*.

Duprez. Perrey. Colla. Maier. Bull. de Brux. XIII. 2. 261*; C. R. XXIII. 478*; Inst. No. 653 p. 235*.

Quetelet. Inst. No. 625 p. 455*.

Schmidt. Inst. No. 653 p. 235*.

Forster. Sur une étoile filante. C. R. XXIII. 550*; Bull. de Brux. XIII. 2. 263*.

H. C. Strickland. On the satellitary nature of shooting stars and aërolites. Phil. Mag. XXIX. 1*.

Ed. Biot. Note supplémentaire au catalogue des étoiles filantes et autres météors observés en Chine. C. R. XXIII. 1151*.

Meteorsteine.

Borissiack. Meteorsteinfall bei Werchne Tschirskaja Staniza. Pogg. Ann. Ergbd. II. 366*; Bull. de St. Pet. V. 196*.

Muthmafslicher Meteorsteinfall. Pogg. Ann. Ergbd. II. 367*; Sillim. Journ. XXIX. 407*.

Tizenhauz. Note sur une substance tombée de l'atmosphère. C. R. XXIII. 452*; Pogg. Ann. Ergbd. II. 364*.

g. Photometrie.

J. V. Albert's neuer Lichtmefsapparat. Dingl. p. J. C. 20*.

Wesentliche Verbesserungen des Albert'schen Photoskops. Dingl. p. J. CI. 342*.

W. L. Seidel. Erste Resultate photometrischer Messungen am Sternhimmel. Münch. gel. Anz. XXIII. 1*.

Brechung und Zurückwerfung.

Botzenhart. Ueber das von farbigen Körpern reflektirte Licht.

Aus der Beobachtung, daſs das von farbigen Körpern unter einer gewissen Neigung reflektirte Licht vermittelst der dichroskopischen Lupe zwei Bilder giebt, von denen das eine nahe vollkommen weiſs, das andre aber mit derselben Farbe wie der untersuchte Körper erscheint, welche beide Bilder sich als senkrecht auf einander polarisirt erweisen, zieht Hr. Botzenhart folgende Schlüsse: 1) das auf die Körper auffallende weiſse Licht wird auch als solches reflektirt. Der öfters aufgestellte Satz, daſs farbige Körper von dem auf ihre Oberfläche auffallenden weiſsen Lichte einige farbige Strahlen zurücksenden, andre in sich eindringen lassen, scheint nach obiger Beobachtung unrichtig. 2) Das von den Körpern uns zugesendete farbige Licht kommt nicht von ihrer Oberfläche, sondern aus ihrem Inneren durch Reflexion nach vorausgegangener Transmission.

Hr. Poggendorf bemerkt hierzu, daſs bis jetzt die Erklärung zulässig sei: daſs uns die farbigen mit glänzender Oberfläche versehenen Körper bei der Reflexion ein Gemisch von in der Einfallsebene polarisirtem und gewöhnlichem oder diffusen Lichte zusendeten.

Die von Hrn. Botzenhart versprochene Fortsetzung seiner Untersuchungen namentlich mit polarisirtem Lichte wird hoffentlich darüber Aufschluſs geben, welcher Erklärungsweise zu folgen ist.

Von der Abhandlung des Hrn. Mitscherlich „Ueber den Zusammenhang der chemischen Zusammensetzung und dem Brechungs- und Zerstreuungsverhältniſs der Körper," ist bis jetzt nur der Titel öffentlich bekannt geworden.

Absorption.

J. Müller. Fraunhofer'sche Linien auf einem Pappschirme.

Hr. Müller beschreibt folgende Beobachtung. Wenn das von einem Spiegel reflektirte Licht durch einen engen Spalt (wie er zu den Schwerd'schen Beugungsversuchen dient) auf ein Prisma fällt und dann durch einen zweiten Spalt geht, der etwas weiter sein kann wie der erste, so erblickt man in dem Spektrum, welches auf einem Pappschirme aufgefangen wird, die Fraunhofer'schen Linien. Die Beobachtung hat ihre Richtigkeit, man kann die stärkeren Linien des Spektrums auf diese Weise ohne eine Linsencombination sichtbar machen und die Entfernung dieser dunklen Linie ungefähr bestimmen, wenn auf dem auffangenden Schirme eine Theilung angebracht ist. Groſse Genauigkeit der Messungen gestattet diese Methode natürlich nicht, wie auch aus den von Hrn. Müller mitgetheilten Beobachtungen hervorgeht.

F. Zantedeschi. Beobachtungen über neue dunkle und helle Linien im Sonnenspektrum.

In dem Auszuge von dieser Arbeit, der in der *Raccolta fis. chim. etc.* enthalten ist, giebt Hr. Zantedeschi Nachricht von der merkwürdigen Beobachtung die er im Sonnenspektrum gemacht hat: daſs auſser den Fraunhofer'schen Linien ein System von darauf senkrechten Linien besteht. Leider ist in der vorliegenden Notiz über die Beobachtungsmethode nur wenig enthalten und ich muſs mich daher für jetzt begnügen, die allgemeinen Schluſsfolgerungen zu denen Hr. Zantedeschi gekommen ist, anzuführen.

1) Das Auftreten der Linien im Sonnenspektrum steht in nothwendiger Verbindung mit der Gröſse der Spaltöffnung durch welche das Licht auf das Prisma fällt, und mit dem Abstande des Prisma's vom Spalt.

2) Bei constanter Entfernung der Projektionsebene des Spektrums vom Prisma, erscheinen bei der gröfsten Spaltöffnung die transversalen oder FRAUNHOFER'schen Linien, bei der kleinsten die longitudinalen (oder horizontalen, wie Hr. ZANTEDESCHI seine neu entdeckten Linien abwechselnd nennt, da bei der gewöhnlichen Aufstellung des Prisma's die FRAUNHOFER'schen Linien vertical erscheinen) bei einer mittleren Oeffnung endlich treten beide Systeme auf. Schliefst man also allmählig die Oeffnung, so sieht man der Reihe nach zuerst die transversalen Linien, dann die transversalen und longitudinalen, endlich die longitudinalen allein.

3) Bei constanter Gröfse der Spaltöffnung erscheinen die verticalen Linien bei der gröfsten Entfernung der Projektionsebene vom Prisma, die horizontalen bei der kleinsten, und beide Systeme bei einer mittleren Entfernung.

4) Der Neigungswinkel ist für die transversalen Linien etwas gröfser wie für die longitudinalen, wenn man diese ganz scharf sehen will, so dafs also das Spektrum bei den transversalen Linien etwas kürzer und breiter, bei den longitudinalen etwas länger und schmaler erscheint.

5) Die Anordnung der longitudinalen Linien ändert sich mit der Entfernung des Prisma's vom Spalt.

6) Diejenigen Linien, sowohl transversale wie longitudinale, welche zuerst sichtbar werden, sind, wenn das Liniensystem vollständig ist, die intensivsten und breitesten.

7) Für jedes Liniensystem giebt es eine Gröfse der Spaltöffnung, welche für die vollständige Darstellung und die Schärfe der Linien am vortheilhaftesten ist.

8) Der Fokus der Linien variirt bei jedem System mit der Weite der Oeffnung.

9) Die Intensität der Linien aller drei Systeme ist gröfser als der dunkle Theil des Sonnenspektrums (*è di una forza maggiore di quella del restante del campo dello spettro solare*), wie FRAUNHOFER dies bei den transversalen Linien gefunden hat.

10) Der Zustand der Atmosphäre hat Einflufs auf die Fokaldistanz sowohl der longitudinalen als transversalen Linien.

11) Ebenso hat der Zustand der Atmosphäre Einflufs auf

die Lage, die Anzahl, die Stärke und Intensität, sowohl der longitudinalen als transversalen Linien.

Sobald die vollständige Abhandlung in den *Mem. del J. R. Ist. Ven.* erschienen ist, komme ich auf diese interessante Arbeit zurück. Schliefslich erwähne ich noch, dafs ich vor einigen Jahren, als ich Versuche mit dem Sonnenspektrum anstellte, ebenfalls solche horizontale Liniensysteme wahrgenommen habe, dafs ich sie aber nicht für ein constantes Phänomen hielt, sondern einem Fehler entweder in der Schärfe der Schneiden oder im Schliffe des Prisma's zuschrieb, eine Meinung von der ich vor der Lesung der vollständigen Abhandlung des Hrn. Zantedeschi noch nicht ganz abgehen kann.

G. Tait. Weifses oder neutrales Licht vermittelst gewöhnlichen künstlichen Lichtes hervorzubringen.

Dies geschieht einfach dadurch, dafs eine blaugefärbte Substanz zwischen der gewöhnlich gelblichen oder röthlichen Flamme und dem Auge eingeschaltet wird, wodurch einige der gelben oder rothen Strahlen absorbirt werden und so ein dem Tageslichte ähnlicheres Licht entsteht. Dies Verfahren wird für mancherlei praktische Zwecke als sehr wohlthuend für die Augen empfohlen, und ist bekanntlich in Deutschland schon lange bei Lampen uud Brillen in Gebrauch.

Beugung und Interferenz.

Fizeau und Foucault. Ueber die chromatische Polarisation durch dicke Krystallplatten.

Eine Fortsetzung der im vorigen Jahresberichte (Berl. Ber. I. 187*) erwähnten Untersuchungen, von der indessen bis jetzt nur der Titel bekannt geworden ist.

Brockelsby. Irisirendes Silber.

Hr. Brockelsby macht Abdrücke von Perlmutter in leichtflüssiges Metall und schlägt auf dieses galvanisch Silber nieder, welches alsdann natürlich das Farbenspiel der Perlmutter zeigt, da die feinen Unebenheiten, welche dasselbe veranlassen, sowohl beim Abdruck in dem weichen Metalle als bei der galvanischen Copie erhalten werden.

B. Powell. Ueber die Versuche, welche man gemacht hat um die Projektion eines Sternes auf dem Monde bei einer Sternbedeckung zu erklären.

Schon im vorigen Jahresberichte (Berl. Ber. I. 189) war von dieser Erscheinung die Rede, wo die Ansichten von Stevelly und Brewster erwähnt wurden. Hr. Powell beschreibt ein Beugungsphänomen, welches dem in Rede stehenden Falle ähnlich ist. Ein leuchtender Punkt sendet seine Strahlen auf eine kleine undurchsichtige Scheibe und man sieht dann vermittelst eines Fernrohrs leuchtende Strahlen vom Rande der Scheibe nach dem Centrum hin gehen und sich dort in einem hellen Flecke vereinigen. Die Erscheinung ist nicht zu bemerken, wenn der Rand der Scheibe polirt ist, sie rührt also von Interferenzen her die an den Unebenheiten des Randes entstehen. Dies Experiment ist an und für sich recht interessant, scheint mir aber mit dem Phänomen des Sternes auf dem Monde nichts zu thun zu haben, vielmehr möchte ich letzteres nach der Beschreibung für eine rein subjective Erscheinung halten, herrührend von der Aufmerksamkeit mit welcher der Beobachter den Gang des Sternes verfolgt, so dafs er ihn noch als Nachbild auf dem Monde eine Zeit lang erblickt.

Dr. G. Karsten.

Polarisation und optische Eigenschaften an Krystallen.

Sich nach dem Vorgange Haidinger's von der Anwesenheit polarisirten Lichtes mit bloſsem Auge, also ohne weiteren analysirenden Apparat zu überzeugen und zwar durch Wahrnehmung gewisser gelber Büschel, deren Längenausdehnung in der Polarisationsebene liegt, ist neuerlich einer gröſseren Anzahl von Physikern gelungen. Es sind nun theils durch Haidinger selbst, theils durch andere Beobachter mannigfache nähere Umstände, unter denen sich diese Büschel zeigen, angeführt worden. So bemerkt man nach Haidinger die Büschel, wenn man durch ein doppelt brechendes Medium in natürliches Licht hineinsieht, jedesmal, wenn von den beiden Strahlen, in welche das Licht in dem doppelt brechenden Körper getheilt wird, der eine intensiver ist, als der andere; beim Turmalin, wo der eine Strahl ganz absorbirt wird, müssen daher die Büschel sehr sichtbar sein. Nach demselben Verfasser würde sich, wenn man die Büschel eines polarisirenden Spiegels beobachtet und zwischen dem Spiegel und dem Auge ein cirkularpolarisirendes Blättchen von zweiaxigem Glimmer anbringt, die ursprüngliche Lage der Büschel nicht ändern, sobald sich der Hauptschnitt des Glimmers in der Polarisationsebene des Spiegels oder senkrecht darauf befindet; dreht man aber das Glimmerblatt in seiner Ebene um einen Winkel i, so sollen sich zugleich die Büschel um einen Winkel $2i$ drehen, also mit doppelter Winkelgeschwindigkeit (Pogg. Ann. Vol. 68. pag. 310). Aehnliches würde nach Ettingshausen entstehen, wenn man statt des Glimmerblättchens ein Fresnel'sches Parallelepiped anwendet (Pogg. Ann. Vol. 68. pag. 311). Nach Botzenhart bemerkt man, wenn man gelbe Büschel durch eine senkrecht auf die Axe geschliffene Quarzplatte betrachtet, daſs diese Büschel ebenso wie die Polarisationsebene rotiren und zwar verschieden für verschieden gefärbte Strahlen (Pogg. Ann. Vol. 70. pag. 400).

Hr. Haidinger macht von seiner dichroskopischen Lupe auch Anwendung zur Zerlegung des von Krystalloberflächen zurückgeworfenen Lichtes. Betrachtet man die quadratischen Säulen des Cyanplatinmagnesium in reflektirtem Lichte, so erscheint auf den Seitenflächen eine grüne Metallbronce, auf der Endfläche ein dunkles Lasurblau; beobachtet man die Krystalle, wiederum in reflektirtem Licht, durch die dichroskopische Lupe, so findet man nach Haidinger, dafs, wenn man die Axe der Krystalle und den Hauptschnitt der Lupe in eine und dieselbe Ebene stellt, alles mit Glasglanz zurückgeworfene Licht im ordinären, alles mit Metallglanz zurückgeworfene im extraordinären durch die Lupe erzeugten Bilde zum Vorschein komme. Nähere Angaben über dieses Vorkommen von metallischen und nicht metallischen Farben bei Beobachtung durch die dichroskopische Lupe haben wir von weiteren Mittheilungen des Hrn. Haidinger zu erwarten (Pogg. Ann. Vol. 68. pag. 302). Hr. Botzenhart hat eine Reihe verschiedenartiger farbiger Flächen, als von gefärbten Papieren, farbigen Gläsern, Flüssigkeiten vermittelst der dichroskopischen Lupe analysirt (s. ob. p. 180), und daraus, dafs sich ein weifses in der Einfallsebene polarisirtes Bild und ein farbiges senkrecht darauf polarisirtes in der Lupe sondern, schliefst derselbe dafs 1) das auf die Körper auffallende weifse Licht auch als solches reflectirt werde und 2) das von den Körpern uns zugesandte farbige Licht nicht von ihrer Oberfläche komme, sondern aus ihrem Inneren durch Reflexion nach vorausgegangener Transmission. Hr. Poggendorff macht darauf aufmerksam, wie bei einer Erklärung der hierher gehörigen Erscheinungen nothwendig auch auf das von den Körpern zurückgeworfene diffuse Licht Rücksicht genommen werden müsse (Pogg. Ann. Vol. 68. pag. 291—93).

Folgendes theilt Hr. Brewster über die Erscheinungen, welche die Krystalle von chrysamminsaurem Kali in reflectirtem Lichte zeigen, mit. Das Licht, welches an Krystallen dieser Substanz bei senkrechter Incidenz reflectirt wird, habe die Farbe von reinem Golde, bei grofsen Incidenzen aber gehe dieselbe allmählig in ein blasses Blaulichweifs über; das reflectirte Licht bestehe hier aus zwei winkelrecht polarisirten Bündeln, von denen

das in der Reflexionsebene polarisirte bei allen Incidenzen bläulich weifs, das andere bei kleiner Incidenz goldgelb und mit zunehmender Incidenz in tieferes Gelb, grünliches Gelb, Grün, grünliches Blau, Blau und Nelkenroth übergehe. Analoge Eigenschaften hat Hr. Brewster auch noch an andern Krystallen beobachtet (Pogg. Ann. Vol. 69. pag. 552.).

Die Untersuchungen, welche gleichzeitig von den Herren Clerget und Dubrunfort in Paris über die Eigenschaften von Flüssigkeiten, welche die Polarisationsebene des durchgehenden Lichtes drehen, angestellt werden, sollen berichtet werden, wenn Ausführliches von den Verfassern mitgetheilt sein wird.

Dr. Ewald.

Meteorologische Optik.

Polarisation der Atmosphäre.

Herr D. Brewster zeigt Herrn A. v. Humboldt an, dafs er damit beschäftigt sei, eine Karte der isochromatischen Curven oder Linien gleicher Polarisation der Atmosphäre zu entwerfen. Sie beziehen sich auf drei neutrale Punkte: den von Herrn Arago entdeckten über dem antisolaren Punkt, den von Babinet über der Sonne und einen dritten, den Herr Brewster selbst unter der Sonne entdeckt hat [1]). Die neutralen Punkte ändern ihren Abstand von der Sonne und dem antisolaren Punkt mit der Tagesstunde und dem Zustande der Atmosphäre und deshalb ändern auch die isochromatischen Linien ihre Gestalt. Der neutrale Punct des Herrn Arago wird, wenn er nahe dem Horizont steht, bei gewissen Zuständen der Atmosphäre von einem sekundären Punkt begleitet.

Der 23ste Juli eignete sich durch die aufserordentliche Klarheit der Luft ganz besonders zu Beobachtungen über die Polarisation der Atmosphäre und es gelang Herrn Babinet an

[1] Pogg. Ann. LXVI. 456.

diesem Tage den neutralen Punkt des Herrn Brewster wieder zu finden, was er vorher mehrfach vergeblich versucht hatte.

Betrachtet man die Wirkungen der Sonnenstrahlen auf die Luftheilchen, welche unter ihr liegen, so sieht man, daſs sich die Polarisation, welche bei der Sonne 0 ist, vermehrt, in dem Maaſse, als diese von der Sonne abstehen, und sich dem Horizont nähern. Es ist klar, daſs der Sinn dieser Polorisation gegeben ist durch die Vertikalebene, welche die Sonne und die erleuchteten Theilchen enthält. Dieselben Lufttheilchen empfangen aber aus dem Reflex des übrigen Theils der Atmosphäre horizontal polarisirtes Licht. Es muſs also in der Nähe der Sonne die horizontale Polarisation vorherrschen; weiter unten wo sie durch die vertikale Polarisation aufgehoben wird, entsteht ein neutraler Punkt; noch weiter unten überwiegt endlich die letztere. Man hat also dicht unter der Sonne eine horizontale Polarisation, dann einen neutralen Punkt und zuletzt eine vertikale Polarisation. Die horizontale Polarisation dicht unter der Sonne ist indessen nur wahrzunehmen, wenn der Glanz der Sonne durch eine hinreichend durchsichtige Wolkenschicht gemäſsigt ist. Am 23sten Juli um 5¼ Uhr Nachmittags beobachtete Herr Babinet deutlich unter der Sonne einen Raum ohne Polarisation (Brewster's neutralen Punkt), etwas weiter unten einen Raum, der deutlich polarisirt war, unter diesem abermals einen neutralen Punkt und endlich in der Nähe des Horizonts wieder einen polarisirten Raum. Als Herr Babinet das Polariskop so drehte, daſs die Streifen in demselben sich in vertikaler Richtung zeigten, und dann von der Sonne bis zum Horizont herabging, konnte er deutlich sehen, wie die Streifen durch die neutralen Punkte unterbrochen wurden. — Die geringe Menge polarisirten Lichts zwischen dem neutralen Punkt Brewster's und der Sonne ist jedoch äuſserst schwierig zu beobachten und scheint beinahe die Gränze dessen, was sich überhaupt noch beobachten läſst, zu erreichen. Herr Babinet bediente sich zu allen seinen Beobachtungen des Savart'schen Polariskops.

Die blaue Farbe des Himmels ist veränderlich mit der Quantität und dem Zustande der Dämpfe, welche sich in der Atmosphäre befinden. Die Luft polarisirt das Licht, aber die Intensität dieser Polarisation ist nicht dieselbe auf allen Punkten des

Himmels und nicht einmal für denselben Punkt ist sie zu allen Tageszeiten gleich. Bis vor kurzer Zeit hatte man um diese Unterschiede abzuschätzen, nur das so unvollkommene Saussure'sche Cyanometer und für die Polarisation die zwar sehr empfindlichen Instrumente von Arago und Savart, welche jedoch nicht die Möglichkeit einer Messung zuliefsen. Herr Peltier hat es unternommen das ursprünglich zur Vermeidung eines zu hohen Preises, welcher dasselbe wenig zugänglich gemacht hatte, ganz einfach construirte Arago'sche Instrument so zu vervollkommnen, dafs es möglich würde, damit die genauesten Messungen anzustellen. Das Cyanometer des Herrn Arago beruht darauf, dafs das Blau des Himmels mit dem Blau, welches eine Quarzplatte von einer bestimmten Dicke im polarisirten Lichte giebt, verglichen wird. Es besteht nämlich aus einem Fernrohr, welches statt des Objektives eine Kappe mit zwei gleich grofsen Oeffnungen trägt; die eine ist offen, die andere ist mit einer Quarzplatte geschlossen. Statt des Okulars hat dasselbe ein doppeltbrechendes Prisma und die Länge des Rohrs ist so abgemessen, dafs vor den Oeffnungen je zwei völlig getrennte Bilder entstehen, welche sich zu decken anfangen, wenn man das Rohr einschiebt. Vor der Quarzplatte befindet sich ein Kreis, der einen polarisirenden Apparat von Glastäfelchen trägt und vor welchem sich ein kleiner Papierschirm befindet. Es entstehen dadurch vier Bilder in horizontaler Linie, von denen das ordentliche Bild der Quarzöffnung blau ist. Dieses Blau ist die Normalfarbe mit der das Blau des Himmels, welches durch die freigebliebene Oeffnung einfällt, verglichen wird. Dreht man den polarisirenden Apparat, so wird das Normalblau immer blässer, bis es zuletzt, wenn man um 90° gedreht hat, ganz weifs wird. Man wird nun leicht dem polarisirenden Apparat eine solche Stellung geben können, dafs das durch ihn erhaltene Blau dem des Himmels gleich ist; man liest denn auf dem Kreise den Winkel ab, um den man gedreht hat. Aufserdem besitzt das Instrument noch einen getheilten Halbkreis zur Messung des Höhenwinkels. —

Herr Peltier macht nun zuerst darauf aufmerksam, dafs das blaue Licht des Himmels, das man mit dem durch den Quarz erhaltenen vergleichen will, durch den Apparat selbst

verändert wird, indem es zuerst die kleine Glasscheibensäule und dann das doppelt brechende Prisma passiren muſs, um zum Auge zu gelangen, wodurch es gewöhnlich stark gebleicht wird, so daſs es oft fast weiſs erscheint. Um dies zu vermeiden, schlieſst Herr Peltier die zweite Oeffnung ganz und beobachtet das Blau des Himmels direkt mit dem einen Auge, während er mit dem andern das künstlich erhaltene Blau betrachtet. Dann fügt Herr Peltier dem Instrumente einen Azimutalkreis und einen paralaktischen Kreis hinzu, um es zu genauen Ortsbestimmungen tauglich zu machen, und endlich ein kleines Fernrohr dicht neben dem groſsen Rohr, welches durch einen Schirm von weiſsem Papier geschlossen ist, in dessen Centrum sich ein Loch befindet, so daſs man mit Hülfe eines Fadenkreutzes die Richtung der Sonnenstrahlen direkt bestimmen kann. Zuletzt giebt er dem Instrumente statt der frühern hölzernen einen auf drei Schrauben stehenden Metallfuſs, welcher eine Boussole und zwei Libellen trägt. Behufs der Polarimetrie hat Herr Peltier den Apparat so verändert, daſs er vor beide Oeffnungen kleine Röhre angelöthet hat, in deren jedem sich eine Quarzlemelle von gleicher Dicke und von demselben Stück geschnitten befindet. Bei dem Apparat des Herrn Arago schätzt man den Grad der atmosphärischen Polarisation nach der Intensität des Blau, welche der Strahl hervorbringt, nachdem er die Quarzlamelle und das Prisma durchlaufen hat; es genügt dann die Glassäule so weit zu drehen bis beide Bilder farblos sind. Man könnte aber auch das Umgekehrte anwenden, nämlich dem atmosphärischen Strahl durch die Säule das hinzufügen, was ihm am Maximum der Polarisation fehlt. Nicht alle Theile des Himmels bringen aber die blane Farbe hervor; man muſs deshalb das Ocularprisma drehen bis dieselbe erscheint. Dadurch verändert sich aber auch die Normalfarbe und um diese wieder hervorzubringen, schiebt Herr Peltier ein kleines drehbares Rohr mit einer Glimmerplatte vor die linke Quarzplatte und bringt durch die Drehung desselben die Normalfarbe wieder hervor. Die einzige Schwierigkeit, welche Herr Peltier bis jetzt noch nicht hat überwinden können, ist die ungleiche Lichtstärke der zu vergleichenden Bilder, da das eine das direkte Himmelslicht ist, das andere aber,

da es unpolarisirt sein mufs, von dem Papierschirm ausgeht. Dieser Uebelstand liefs sich nur dadurch etwas vermindern, dafs statt gewöhnlichen Papiers, geöltes Pflanzenpapier angewendet wurde, wodurch weniger Licht absorbirt wird. Auch gelangt man durch Uebung dahin gleiche Farben bei ungleicher Intensität beurtheilen zu können. —

Herr Zantedeschi giebt zuerst eine Literatur und Geschichte der atmosphärischen Polarisation und geht darauf zu seinen eignen Beobachtungen über, deren Hauptresultate in dem Folgenden enthalten sind. Da diese aber von den Beobachtungen von Brewster, Arago und Babinet abzuweichen scheinen, so werde ich um Mifsverständnisse zu vermeiden, seine eignen Worte in der Uebersetzung folgen lassen.

„Ich nenne Sonnenebene diejenige, welche durch die Sonne den Zenith und den Nadir, der Person geht, welche Rücken oder Gesicht diesem Gestirn zukehrt. Normalebene nenne ich die, welche einen rechten Winkel mit der Sonnenebene macht. Ich nenne endlich Horizontalebene diejenige, welche beide Ebenen, sowohl die Sonnenebene, als die Normalebene im rechten Winkel scheidet, und welche mit dem sichtbaren Horizont zusammenfällt oder dem physischen Horizont parallel ist. Ich habe mich des Savart'schen Bandenpolariskops bedient und nenne vertikale Polarisation die, welche die schwarze Zone im Centrum hat und horizontale Polarisation die andere, welche die weifse Centralzone hat."

„In der ganzen sichtbaren Hemisphäre hat die vertikale Polarisation ihre Maxima im Zenith und am Horizont und ihre Minima bei 45° über dem Horizont. Dagegen hat die horizontale Polarisation in der Normalebene ihr Intensitätsmaximum bei 45° und ihre Minima im Zenith und am Horizont. Es sind also die beiden Polarisationen rechtwinklich auf einander und die Minima der einen entsprechen den Maximis der andern. In der Horizontalebene haben sowohl die vertikale als auch die horizontale Polarisation ihre Maxima bei 90° Entfernung von den Durchschnittspunkten der Horizontalebene; und erst beim Ankommen an die Sonnenebene sowohl zur Rechten als zur Linken vom antisolaren Punkt und von der Sonne ver-

wandelt sich die vertikale Polarisation in die horizontale und die horizontale in die vertikale."

Auch die Polarisation der Atmosphäre durch das Mondlicht hat Herr Zantedeschi untersucht sowohl bei Vollmond als auch in den Quadraturen, und obgleich die Beobachtungen wegen der Schwäche des Lichtes schwierig und auch etwas unsicher waren, auch viel weniger Streifen im Polariskop erscheinen, als bei Sonnenlicht, so hat doch Herr Zantedeschi folgende Punkte feststellen können:

1. In der Mondebene haben die vertikalen Banden ihr Maximum im Zenith des Beobachters, zwei Minima in der Nähe der Mondscheibe und zwei Maxima am Horizont.
2. In der Normalebene haben die Horizontalbanden ihre Maxima bei 45° und ihre Minima im Zenith und am Horizont.
3. In der Horizontalebene haben sowohl die Vertikalbanden als auch die Horizontalbandeu ihr Maximum in der Entfernung von 90° von der Mondebene und ihre Minima an den dem Mond entgegengesetzten Punkten oder an den Durchschnittspunkten der Normalebene mit der Horizontalebene.

Regenbogen. Halos.

Herr Bravais erklärt die Entstehung des weifsen Regenbogens dadurch, dafs die Tröpfchen der Wolke auf der er sich bildet aus Bläschen bestehen und zwischen dem innern und äufsern Durchmesser derselben ein bestimmtes Verhältnifs stattfindet. Wenn nämlich das Verhältnifs gröfser wird als 1,336 (der Brechungsindex des Wassers), so kann der weifse Regenbogen erscheinen, er ist aber noch sehr schwach. Wenn aber die Bläschen sich von aufsen vergröfsern und das Verhältnifs der Durchmesser 1,36 bis 1,40 wird, so kann sich der Bogen als weifslicher kreisrunder Schein von 33°—35° Radius zeigen. Wird der Unterschied noch bedeutender, so vergröfsert sich der Radius des Bogens und bei 1,555 fängt er an zu irisiren und geht in den farbigen Regenbogen über. Der weifse Regenbogen zeigt

niemals das Phänomen der überzähligen Bogen. Wenn der Kopf des Beobachters sich auf der den Bogen erzeugenden Wolke projektirt, was sehr häufig vorkommt, so zeigt er sich umgeben von concentrischen farbigen Ringen, welche man Glorie nennt. Diese Ringe beweisen die Gleichheit des äufsern Durchmessers der Tröpfchen.

Der weisse Regenbogen zeigt sich nur bei ruhigem Wetter; die Wolken auf denen er sich darstellt, stehen immer sehr tief, sehr oft in Berührung mit einem Sumpfe oder feuchten Boden und fast immer in grofser Nähe vom Beobachter. Am häufigsten sieht man ihn in den Nebeln auf Bergen und des Polarmeers, bisweilen auch auf feuchten Ebenen in den Nebeln der Herbstmorgen. —

Eine auffallende Farbenvertheilung im gewöhnlichen Regenbogen beobachtete Hr. ZANTEDESCHI am 21. Juni 1845 Abends 7 Uhr zu Venedig. Es hatten sich zwei Regenbogen von aufserordentlicher Schönheit gebildet, bei welchen auf die grüne Zone unmittelbar eine schöne purpurfarbene und dicht auf diese wieder eine blasgrüne folgte. Hr. ZANTEDESCHI glaubt, dafs die purpurfarbene Zone aus der Ueberdeckung des Roth und des Violet zweier innerer überzähliger Bogen entstanden sei.

Am 25sten April 1846 beobachtete Hr. WARTMANN zu Paudex am Genfersee einen ungewöhnlichen Regenbogen, während einer partiellen Sonnenfinsternifs. Gegen 5 Uhr Nachmittags zeigte sich ein gewöhnlicher doppelter Regenbogen, von welchem der innere von sechs überzähligen rothen und grünen Streifen begleitet war. Während dessen regnete es stark auf den Felsen von Meillerie am entgegengesetzten Ufer des Sees. Nach einigen Minuten verschwanden beide Bogen und es bildete sich über dem See eine Säule mit den lebhaftesten Farben, welche sich bis auf den Grund zu verlängern schien. Diese Säule hatte das Violet nach der Seite der Sonne hingekehrt und war doppelt so breit als ein gewöhnlicher Regenbogen. Sie erhob sich, indem sie breiter wurde bis zu einer Höhe von ungefähr 9°—10°, darauf theilte sie sich in zwei deutlich getrennte Bogen, welche einen dunklen Raum zwischen sich liefsen, ähnlich einem sphärischen Winkel von ungefähr 6° Oeffnung. Der untere Bogen war der

gewöhnliche Regenbogen; er war mehr entwickelt als der obere und hatte das Roth nach aufsen. An dem Punkt wo die beiden Bogen aus dem breiten Streifen entsprangen, waren die Farben so lebhaft funkelnd, dafs es nicht möglich war deutlich wahrzunehmen, wo die Theilung der Farben beider Bogen stattfand. Die Erscheinung begann um 5 Uhr 45 Min. und dauerte 8—10 Minuten. Herr Wartmann glaubt, dafs der zweite Bogen vielleicht durch die Spiegelung der Sonnenstrahlen im See hervorgebracht worden sein könnte. Leider spricht er gar nicht von einem Einflufs, den die Sonnenfinsternifs etwa dabei gehabt haben könnte, auch sagt er nicht, um welche Zeit sie für jene Gegend eingetreten sei.

Das zweite Phänomen, welches Hr. Wartmann beobachtete, fand am 30sten Mai statt. Bald nach Untergang der Sonne bemerkte er einen breiten sehr leuchtenden Streifen von dunklem Roth, etwa wie die Wolken manchmal im Abendroth. Er war einfach vertikal ungefähr 35° hoch. Er zeigte keine Divergenz, seine Seiten waren parallel und etwa 1° bis $1\frac{1}{2}$° entfernt; er stützte sich auf den Kamm des Jura nahe an dem Orte, wo die Sonne untergegangen war. Sein Glanz schien sich bis zu einer Höhe von ungefähr 25° über dem Horizont nicht merklich zu verändern, dann aber nahm er schnell ab. Die Erscheinung zeigte sich genau um 7 Uhr 45 Min., nachdem die Sonne etwa 8—10 Min. verschwunden war und dauerte länger als 45 Min., indem sie mehr gegen Norden rückte und nach und nach ihren Glanz und ihre Länge verlor, ohne aber ihre vertikale Richtung zu verändern. Dieselbe Erscheinung zeigte sich am 31sten Mai aber bedeutend schwächer, indessen soll sie schon an mehreren Abenden vorher beobachtet worden sein, namentlich am 21sten Mai, wo sie $1\frac{1}{2}$ Stunden gedauert haben soll.

Hr. L. F. Wartmanm [1]) theilt mit, dafs dieses letztere Phänomen auch zu Genf von Herrn Bruderer beim Sonnenuntergange beobachtet worden sei. Es hatte etwa 30° Höhe, dauerte ungefähr eine Stunde und bewegte sich während dessen um etwa 15° gegen Norden.

1 Arch. d. sc. ph. et nat. II. 193.

Herr Voisin, Ingenieur zu Corgimont in der Schweiz beobachtete in der Nacht vom 15ten zum 16ten Dec. 1845 um 11 Uhr 15 Min. einen deutlichen Mondregenbogen, welcher zu $\frac{3}{4}$ weifs, zu $\frac{1}{4}$ aber blau war. Nach 10 Minuten verschwand er, kam jedoch wieder zum Vorschein und zeigte sich noch 35 Minuten.

Das Institut enthält noch eine Notiz über einen zu Toulouse beobachteten Mondregenbogen. Die Ausdehnung des Bogens war bedeutend, doch schien er schmäler zu sein als der Sonnenregenbogen und seine Farben waren schwächer. Eine ähnliche Notiz findet sich im *Mech. Mag.*

Hr. D. Brewster thut einer Notiz Erwähnung, welche er von Hrn. J. P. Boileau erhalten hat und welche von einem Nebelringe handelt, den Hr. George Rosse im Januar 1808 in der Nähe von Montgomery Reach auf dem Potomac in Virginien beobachtet hat. Am Morgen befand man sich in einem so dichten milchweifsen Nebel, dafs die Anker ausgeworfen werden mufsten. Gegen halb zehn Uhr bemerkte man einen grofsen Nebelring noch dichter als der übrige Nebel von ungefähr 60 Fufs Durchmesser und 2 Fufs Breite. Im Centrum dieses Ringes befand sich ein anderer, der nur zwei Fufs Durchmesser hatte und in prismatischen Farben erglänzte. Diese Erscheinung dauerte ungefähr 25 bis 30 Minuten, worauf sich der ganze Nebel zerstreute. Am folgenden Tage trat heftige Kälte ein.

Herr Ellis beobachtete am 9ten März eine ganz eigenthümliche Erscheinung. Gegen 10 Uhr 25 Min. schien bei heitrem Himmel die Sonne weniger zu glänzen. Mit Hülfe eines Fernrohrs und eines schwarzen Glases bemerkte er im Centrum der Sonne einen kleinen dunklen Fleck, welcher von farbigen Ringen umgeben war. Die Reihenfolge der Farben von innen nach aufsen war: violet, blau, grün, gelb, orange, roth; auch waren die Farben durch dunklere Ringe von einander getrennt. Aufserhalb des rothen Ringes erschienen dieselben Farbenfolgen, zwar schwächer aber dennoch gut sichtbar. Eine halbe Stunde lang nahm die Erscheinung an Intensität zu, dann aber wurde sie schwächer und verschwand. Bald darauf erschienen aber die Farbenringe wieder, aber in umgekehrtem Sinne; das Centrum war jetzt weifs und alle Farben complementär. Die ganze Erschei-

nung verschwand erst um 2 Uhr 35 Min. Herr Ellis hält die Erscheinung für Newton'sche Farbenringe, hervorgebracht durch zwei leichte Dünste, welche sehr nahe bei einander zwischen dem Auge des Beobachters und der Sonne sich befinden.

Herr A. Bravais giebt eine Beschreibung der schönen Sonnenringe, 'welche am 22ten April 1846 zu Paris gesehen wurden. Um 10 Uhr 32 Min. zeigte die Sonne einen gewöhnlichen nur blassen Ring von 21°46′ Radius gemessen vom Centrum der Sonne bis zum innern Rande des Ringes. Dieser wurde in seinem oberen und unteren Culminationspunkte von zwei sehr hellen Bogen berührt, welche eine Elipse bildeten, deren kleine Axe vertikal und deren grofse Axe fast horizontal war. Die halbe grofse Axe der Elipse wurde zu 27°16′ gemessen, vom Centrum der Sonne bis an den inneren Rand der Ellipse. Die Höhe der Sonne betrug 49°4′. Die eliptischen Bogen zeigten jedoch nur an den Berührungspunkten schöne Farben, indem von innen aus roth, gelb, grün und schwachblau auf einander folgten; der übrige Theil wurde durch ein schwaches, weifsliches Licht bezeichnet. Nimmt man an, dafs die Axen eines grofsen Theils der die Erscheinung hervorbringenden Eisprismen horizontal standen, so erklärt sich dieselbe leicht. Diese Prismen mit horizontalen Axen bilden die tangirenden Bogen, die sich zu einer Elipse vereinigen. Unter dieser Voraussetzung berechnete Herr Bravais den grofsen Radius der Elipse zu 27°59′.

Nennt man nemlich diesen Radius R, die Höhe der Sonne H und einen Hülfswinkel φ so hat man:

$$\cos(\varphi+30^\circ) = \frac{\cos 30^\circ}{\sin H} \sqrt{\sin(H+29^\circ 15')\sin(H-29^\circ 15')}$$

$$\sin\tfrac{1}{2}R = \sin\varphi \sin H.$$

Herr Quetelet, welcher selbst diesen von Bravais beschriebenen Sonnenhof, (der auch zu Charteroi in Belgien beobachtet wurde) zu Paris am 22ten April sah, hat nachher noch mehrere sowohl Sonnen- als Mondhöfe im Königl. Observatorium zu Brüssel beobachtet. So am 5ten Mai Abends 10 Uhr einen Mondhof, dessen unterer Theil eliptisch war; der Mond stand excentrisch und der vertikale untere Radius war gröfser als der obere. Am 10 Mai 9 Uhr Morgens einen etwas eliptischen Sonnenhof, dessen

grofse Axe ungefähr 30° gegen den Horizont geneigt war; am 10ten Mai gegen 10 Uhr Abends einen Mondhof von ungefähr 45° Durchmesser; an den Enden des horizontalen Durchmessers waren zwei Nebenmonde mit Verlängerungen nach aufsen, vertikal über dem Monde war der Bogen viel leuchtender röthlich und nach innen etwas irisirend. Ein gegen den Mond convexer Bogen schneidet an diesem Punkte den Hauptbogen. Die Erscheinung war bis gegen Mitternacht sichtbar. Auch Herr Morren hat zu Liège am 30ten April zwischen 6 und 6¾ Uhr Abends einen Sonnenhof beobachtet.

Herr Ed. Joseph Lowe beschreibt sehr merkwürdige Sonnenringe, welche er am 19ten October zu Highfield House in Nottinghamshire beobachtet hat. Um 10 Uhr bildete sich ein Ring um die Sonne von 22°30′ Radins, wobei der innere Theil beträchtlich dunkler war als der äufsere; bald darauf zeigte sich diesen oherhalb berührend ein Theil eines zweiten Bogens von 33° Radius und von sehr glänzender gelber Farbe. Die Berührungsstelle bildete eine flammenähnliche sehr glänzende Nebensonne. Um 11½ Uhr bildete sich ein dritter Bogen, welcher die Nebensonne durchschnitt und den ersten excentrisch umgab von 33° Radius. Um 12 Uhr 40 Min. zeigte sich noch ein vierter Bogen von silberglänzendem Lichte, welcher den einen gröfseren aufserhalb berührte. Der Glanz der Erscheinung wurde verschiedene Male in den einzelnen Theilen bald stärker bald schwächer und erst um 1 Uhr 45 Min. war sie ganz verschwunden.

Luftspiegelung. Zodiakallicht. Nordlicht. Sonnenatmosphäre.

Im Institut finden sich zwei Notizen, in welchen Beschreibungen zweier intressanter Luftspiegelungen enthalten sind. Bei beiden wurde das Spiegelbild in aufrechter Stellung wahrgenommen, und es ist besonders die erste deshalb merkwürdig, weil sie nach Sonnenuntergang stattfand. Nördlich vom Dorfe Comrie in Perthshire liegt ein Hügel, auf dessen Gipfel ein 70 bis 80′ hoher Obelisk steht. Am 21sten August Abends 8 Uhr bemerkte man das Bild dieses Hügels und seines Obelisken etwa

in der Entfernung von zwei Meilen gegen Norden, ungefähr ebenso scharf wie der Schatten eines Gegenstandes, am Himmel projektirt, während der Hügel selbst den Blicken der Beobachter durch eine Erhöhung verdeckt wurde. Es war das Bild des Hügels, wenn man ihn vom Dorfe aus, also von der Südseite ansieht, und stellte nicht blos die Umrisse desselben dar, sondern schien förmlich plastisch hervorzutreten. Die Erscheinung wurde von drei Personen zehn Minuten lang beobachtet. Die Sonne war schon untergegangen und der Mond fing eben an zu scheinen, jedoch befand sich dieser nicht in der Richtung des Bildes und der Berichterstatter meint, es sei wohl möglich, dafs der Planet Mars, der an diesem Abend ungewöhnlich hell leuchtete, die Erscheinung hervorgebracht haben könne.

Das andere Phänomen ereignete sich am 28ten Juli um 8½ Uhr Morgens. Es zeigte sich nämlich plötzlich das Bild der Stadt Stralsund auf der gegenüber liegenden Küste von Rügen. Es war von tieflblauer Farbe und von aufserodentlicher Schärfe und Klarheit und dauerte etwa 20 Minuten.

Herr Ed. Herrick zu New-Haven in den vereinigten Staaten hat aufmerksame Beobachtungen über das Zodiakallicht angestellt, in Folge deren er glaubt, dafs alle oder fast alle scheinbaren Verschiedenheiten desselben ihren Grund in der Neigung seiner Axe gegen unsern Horizont haben. Die Beobachtungen des Zodiakallichts, welche bis jetzt gemacht sind, stimmen durchaus nicht darin überein, dafs das Zodiakallicht sich nur in der Ekliptik finde. Im Allgemeinen meint Herr Herrick befinde sich der gröfsere Theil des Zodiakallichts für unsre Gegenden im Norden der Ekliptik und kaum der Gipfel desselben berühre einen so südlichen Punkt wie die Ekliptik.

Obgleich das Zodiakallicht sehr häufig beobachtet wird, so zeigt es sich doch gewöhnlich nur als ein Lichtschimmer von geringer Intensität und so glänzende Erscheinungen desselben, wie die von Herrn E. Wartmann [1]) beschriebene und schon oben Seite 194. angeführte, gehören zu den seltneren.

Herr Jaquemet Ingenieur zu Bordeaux beobachtete am 6ten

[1] Ann. d. ch. et ph. Vol. 18. p. 324.

Juni Morgens 3¼ Uhr vor dem Aufgange der Sonne ein prächtiges Zodiakallicht. Es stellte im N.O. einen leuchtenden Streifen von feuerrother Farbe dar, der sich in Form eines Dreiecks zeigte, dessen Basis am Horizont etwa 10 Meter Breite zu haben und dessen Höhe etwa 300 Meter zu sein schien. Beim Aufgang der Sonne verbleichte und verschwand die Erscheinung.

Herr A. Colla zu Parma macht auf einen blassen Lichtschein aufmerksam, welcher sich ziemlich häufig in klaren Nächten, wenn kein Mondschein ist, am Himmel in der Richtung des magnetischen Meridians zeigt. Er hat einige Aehnlichkeit mit dem Zodiakallicht, doch zeigt er sich immer im Norden; in Winternächten ist er mitunter die ganze Nacht hindurch sichtbar, und bildet gewöhnlich eine 10°—12° breite dem Horizonte parallele Zone. Herr Colla sagt, daſs er mit einer empfindlichen Magnetnadel, welche Abweichungen von einer Bogensekunde erkennen lieſs, deutlich bemerken konnte, daſs mit der Erscheinung dieses Lichtes gröſsere oder geringere magnetische Perturbationen verbunden waren. — Es scheint wohl aus allem diesem deutlich hervorzugehen, daſs die Erscheinung weiter nichts als ein schwaches Nordlicht ist, obgleich sich Herr Colla ausdrücklich dagegen ausspricht, und vielmehr die schon früher von Quetelet, Wartmann u. A. beobachteten schwachen Nordlichter für dies von ihm beobachtete und eigenthümliche Licht hält.

Herr Bravais theilt einen Auszug der Beobachtungen über Nordlichter mit, welche er gemeinschaftlich mit den Herren Lottin, Lillischöök und Siljeström zu Bossekop in Lappland im Winter 1838—1839 gemacht hat. Während eines Aufenthaltes von 201 Tagen wurden im Ganzen 151 Nordlichter beobachtet. Er spricht zuerst über den dunklen Abschnitt, welcher dem Nordlicht zur Basis dient, der nach Einigen eine einfache Wirkung des Contrastes, nach Andern aber Polarnebel und nach Andern endlich die eigentliche nordlichterzeugende Materie sei. Der höchste Punkt des Nordlichtbogens liegt etwa 8°—10° links vom magnetischen Norden und diese Abweichung wächst, je näher der Bogen dem Zenith steht oder über diesen nach Süden hinausgeht. Er schätzt die Höhe des Nordlichts auf 227 Kilometer, nahe der Gränze der Atmosphäre. Die Nordlichtkronen können

in allen möglichen Richtungen in Bezug auf den Beobachter erscheinen unabhängig vom magnetischen Zenith. Endlich hat er beobachtet, dafs die Bewegungen des Nordlichts ganz unabhängig sind von den Bewegungen der Erde.

Herr Ed. Herrick hat seit einigen Jahren theils allein theils mit Herrn Francis Bradley zu New Haven fortlaufende Beobachtungen der Erscheinungen am nördlichen Himmel gemacht. Nordlichter hat er in dem Zeitraum vom 29ten August 1845 bis 16ten April 1846 an folgenden Abenden bemerkt: am 9ten Oct. 1845; bei Mondschein am 21ten Oct. Am 3ten Dec. konnte bei ganz bedecktem Himmel durch einzelne Wolkenrisse hindurch ein schönes Nordlicht beobachtet werden, welches sehr bedeutend gewesen sein mufs. Den 23sten Januar 1846 ein Nordlicht ohne Strahlen; am 28ten Jan. ein schwaches Nordlicht bei bewölktem Himmel desgleichen am 25ten Febr.; am 6ten April bei Mondschein; am 15ten April mit einzelnen Strahlen; am 16ten April von ½8 bis 10 Uhr mit doppeltem Bogen. Aufserdem beobachtete er sehr häufig eine schwache Helligkeit im Norden, oft bei bewölktem Himmel, welche wohl auch einem Nordlicht zu zuschreiben ist.

Herr Temple hat zu Esk bei Durham am 21ten Septbr. ein Nordlicht beobachtet, welches sich um 8 Uhr 11 Min. zu einem leuchtenden Bogen von ungefähr 65°—70° Höhe und 50° Breite ausbildete. Die Erscheinung dauerte aber nur 5 Min. ohne Strahlen zu schiefsen und verlor sich dann in eine schwache Helligkeit. In ähnlicher Weise wurde dasselbe Nordlicht zu Comrie (Perthshire) beobachtet, jedoch zeigte sich hier der westliche Theil des Bogens doppelt. — Ein diesem sehr ähnliches Nordlicht war zu Comrie auch am 27ten August zwischen 8¼ und 9¼ Uhr beobachtet werden.

Am 19ten October wurde zu Dunse ein Nordlicht beobachtet. Es zeigte sich zuerst um 5 Uhr 15 Min. ein schwacher Lichtschein im N.O., welcher sich nach und nach zu einem leuchtenden Bogen ausbildete, dessen Scheitel etwa 45° über dem N.N.O. Punkte des Horizonts lag. Der nördliche Theil des Himmels war durch massige Wolkenschichten verdunkelt, welche einen Streifen unterhalb des Nordlichst bildeten. Der übrige Theil des

Himmels war klar, nur zeigten sich im Zenith einige scharf leuchtende Wölkchen, die beständig ihre Gestalt und Dichtigkeit änderten und am Südhimmel zogen sich ebenfalls Wolkenstreifen hin. Um 9 Uhr 50 Min. begannen einige leuchtende Strahlen zu schiefsen und plötzlich erschien im Sternbild der Leier eine hellleuchtende Masse. Nach 10 Uhr wurde das Nordlicht schwächer und verschwand nach einigen Stunden ganz.

Herr Coulvier Gravier giebt eine Notiz über ein Nordlicht am 22ten Septbr. 1846.

In Amsterdam beobachtete man am 4ten Dezember 1845 zwischen 2 und 3 Uhr Nachmittags ein Nordlicht in N.N.W., welches wegen des Tageslichts von geringer Helligkeit war; jedoch konnte man das Zucken und abwechselnde Aufleuchten und Verschwinden der Strahlen deutlich wahrnehmen. Gegen 3 Uhr verschwand die Erscheinung.

Uber die Höhe, in welcher die Nordlichter erscheinen, hat Herr Potter Berechnungen angestellt, wozu ihm die genauen und mannigfaltigen Beobachtungen der beiden Nordlichter am 17ten Septbr. und 12. Octbr. 1833 Veranlassung geben. Diese zeigten, dafs die Höhe des untern Randes eines Bogens, der am 17ten Septbr. um 8 Uhr 24 Min. gesehen wurde 55 englische Meilen, die des obern Randes aber 71 M. betrug. Der untere Rand des Bogens jedoch, der um 10 Uhr 49½ M. gesehen wurde, hatte eine Höhe von 389 M. Der untere Rand des Nordlichtbogens am 12ten Octbr. hatte um 7 Uhr 56 M. eine Höhe von 72,2 M. um 8 Uhr von 85,5 M. — Meistentheils fallen die berechneten Höhen der Nordlichtbogen zwischen 60 und 85 Meilen, es scheint sich also nahe an der Stelle zu zeigen, welche man für die Gränze der Atmosphäre annimmt.

Bei totalen Sonnenfinsternissen, namentlich bei der von 1842 wurden mehrmals um den Sonnenrand feuerfarbene Hervorragungen bemerkt. Zur Erklärung dieser Erscheinung nimmt Herr Babinet an, dafs diese feurigen Berge als glühende Wolken von planetarischer Natur anzusehen seien, welche in Gestalt von Schweifen oder Ringstücken die Sonne hauptsächlich in der Rich-

tung ihres Aequators umkreisen. Die gröfste gemessene Höhe der feurigen Wolken steigt nach Herrn Littrow auf 5 Minuten. Nimmt man an, dies sei die wahre Elongation des oberen Theils einer planetarischen Wolke, so berechnet sich leicht, dafs sie zu ihrem Umlauf um die Sonne 4 Stunden und einige Minuten erfordert. Diese grofse Geschwindigkeit hat durchaus nichts Unwahrscheinliches, da der Comet von 1843 die Hälfte seines Umlaufs um die Sonne von einem Knoten zum andern in 2 Stunden 4 Min. vollendet hat. Bei der Schnelligkeit dieser Bewegung müssen die feurigen Wolken durch perspektivische Wirkung rasch ihre Gestalt verändern. Nach den Beobachtungen von Mauvais und Petit veränderte sich die scheinbare Höhe eines solchen feurigen Berges während 2 Minuten von 1′ 17″ bis 1′45″ wuchs also um 28″. Berechnet man wie grofs die Geschwindigkeit einer planetaren Masse sein würde, die im Maximum ihrer Elongation vom Sonnenrande einen Winkelabstand von 5 Minuten besäfse, und betrachtet dieselbe in dem Moment, wo sie 1′ 17″ vom Sonnenrande absteht, so findet man, dafs der Kopf dieses Schweifes nach 2 Minuten etwa 3 Grad in seiner Bahn vorgerückt, und um etwa 35″ oder bis zu 1′ 52″ Abstand von der Sonne gestiegen sein mufs. Diese Berechnung erklärt also vollständig die äufserst schnelle Veränderung in der scheinbaren Höhe der Wolken.

Herr Babinet meint, es wäre wohl nicht unmöglich, auch auf der Sonnenscheibe selbst diese planetarischen Massen als leichte Schatten von sehr schneller Bewegung zu erkennen, besonders wenn sie über die Sonnenflecke hinweggehen.

Feuerkugeln. Sternschnuppen. Meteorsteine.

(Feuerkugeln.)

Herr Hericard de Thury sah am 21ten Juni 1846 um 9¼ Uhr Abends im Park zu Thury eine helle funkensprühende Feuerkugel von sehr schnellem Lauf.

Am 17ten August um 7 Uhr 30 Min. Abends beobachtete man zu Dijon und Gevrey eine Feuerkugel, welche Anfangs

schwach, an Glanz und Gröfse zunahm, sich von N.W. nach S.O. bewegte und ohne Detonation verschwand, indem sie sich wie eine Glockenblume (*campanule*) öffnete.

In der Nacht vom 24sten zum 25sten August hat Herr Moreau in der Nähe von Saint-Apre ein sehr glänzendes Meteor beobachtet. Gegen Süden erschien eine glänzende Kugel, welche zerplatzte und nach rechts und links hunderte von Sternen auswarf. Dabei bildete sich ein breiter Streifen von silberglänzendem Licht, der den fünften Theil des Himmels einnahm und von O. nach W. gerichtet war. Das Centrum dieses Streifens bildete ein Heerd von glänzenden und fortwährend hüpfenden Sternen. Herr Moreau behauptet, dafs das Phänomen 3—4 Minuten sichtbar gewesen sei.

Ein Meteor, welches auf einem sehr grofsen Flächenraum sichtbar war, ist das am 9ten October in Frankreich gefallene. Zuerst theilt Herr Chasles darüber folgendes mit. Am 9ten October gegen 9 Uhr Abends wurde eine Feuerkugel zu gleicher Zeit zu Saint-Germain, Chartres, Orleans und Troyes wahrgenommen, welche einen vertikalen Fall zu haben schien. Sie zerplatzte in viele Stücke, mit einer heftigen Detonation, welche zwischen Orleans und Troyes stattzufinden schien, und welche zu Troyes und Chartres gehört wurde. Sie hatte die Form einer batavischen Thräne und leuchtete heller als der Vollmond mit einem lebhaften bläulichen dem Sirius ähnlichen Licht. Die Erscheinung dauerte 2 Sekunden. Herr Gruttey berichtet darüber: Am 9ten October um 9¼ Uhr fiel aus wolkenlosem Himmel eine Feuerkugel von scheinbar 50 C. M. Durchmesser auf ein Haus in der Gemeinde Montigny-le-Roi ohne Schaden anzurichten; der Donner folgte bald nachher. Zu derselben Stunde beobachtete ein glaubwürdiger Zeuge auf Schlofs Ligny-le-Châtel ungefähr 6 Kilometer von Montigny entfernt eine Feuerkugel, welche in ein Haus der Stadt zu schlagen schien und etwa 30 C. M. scheinbaren Durchmesser hatte. Der darauf folgende Donner war von ungewöhnlicher Heftigkeit. Dasselbe Meteor wurde auch von Herrn Cadrat zu Paris um 9 Uhr 15 Min. beobachtet: es fiel fast senkrecht, ziemlich langsam, hatte die scheinbare Gröfse des Vollmondes und verlosch ohne Geräusch.

Am 17ten Octobr. gegen 6 Uhr 15 Min. Abends bemerkte Herr A. Perrey zu Dijon bei einem ganz bedeckten Himmel ungefähr in der Höhe von 15° ein leuchtendes Meteor, welches sich langsam von W. nach O. bewegte. Es schien sich merklich zu senken, hatte ein bleiches Licht und war etwas gröfser als Jupiter. — Darauf berichtet Herr Perrey, dafs im Moniteur vom 23sten October eines Meteors Erwähnung geschieht, welches zu Hanau im Grofsherzogthum Hessen am 17ten Abends gegen 6¼ Uhr beobachtet wurde. Seine Richtung war von S.O. nach W. Die Dicke des Kerns schien 2½ Zoll und die Länge 1 Fufs zu sein. Es verbreitete einen bläulichen ziemlich lebhaften Lichtschein. Seine Dauer wird auf 5—8 Minuten! angegeben. Am 9ten Nov. gegen 7½ Uhr beobachtete Herr Méline, Obergärtner im botanischen Garten zu Dijon ein bemerkenswerthes Meteor. Hr. Méline wurde plötzlich von einem so hellen gelblich grünen Schein umgeben, dafs er alle Gegenstände im Garten deutlich erkennen konnte. Er sah eine Feuerkugel, welche sich langsamer als eine Rakete von W. nach O. horizontal in einer Höhe von 60—70° bewegte. Sie durchlief den vierten Theil des Himmels und liefs einen grofsen blassen Streifen hinter sich. Im Augenblicke ihres Verschwindens warf sie eine Feuergarbe aus, welche den ganzen Himmel hell erleuchtete, aber ohne wahrnehmbares Geräusch. Diese Erscheinung dauerte nur einen Augenblick, während der Schweif wenigstens 2 Min. sichtbar blieb.

Dasselbe Meteor sah Herr Geoffroy um 8 Uhr 5 Min. zu Dijon als eine leuchtende Kugel, welche sich mit grofser Geschwindigkeit von O. nach W. bewegte. Ihre Gröfse war die eines Achtpfünders. Sie liefs einen leuchtenden Streifen, scheinbar 2 Meters lang, hinter sich ähnlich einer Rakete. Obgleich die Nacht dunkel war, so verbreitete doch das Meteor eine so grofse Helligkeit, um die Ziffern auf dem Zifferblatt einer kleinen Uhr unterscheiden zu lassen.

Am 25sten Septbr. wurde an vielen Orten Englands eine schöne Feuerkugel bemerkt, welche nach der Beschreibung des Herrn Ventris aus Cambridge um 9 Uhr 45 Min. erschien, einen starken blafsweifslichen Lichtschein verbreitete, einen leuchtenden Streifen hinterliefs und fast im Zenith verschwand.

Eine eigenthümliche Erscheinung beschreibt Herr Jelensky. Er beobachtete zu Avranche am 19ten November Abends im Sternbilde der Cassiopeja einen leuchtenden Punkt, dessen Glanz zuerst gleich, später aber stärker als der des Sirius war. Der Durchmesser der leuchtenden Stelle nahm beständig zu, während sich aber ihr Glanz schnell verminderte; jedoch war die Erscheinung während 20 Minuten immer an derselben Stelle sichtbar.

Am 21sten März gegen 6 Uhr 45 Min. Abends wurde an mehreren Punkten der Departements Haut-Garonne und Ariège eine Feuerkugel bemerkt und genaue Beobachtungen wurden darüber zu Artenac von Herrn Larivière und zu Toulouse von den Herren Lebon und Dassier angestellt. Nach Herrn Larivière kam sie von einem Punkte 3° oder 4° unter dem Sirius, ging langsam von S. nach N. durch den Orion und verschwand 7° oder 8° über dem Horizont hinter Wolken. Bemerkenswerth war die Langsamkeit des Laufes, welcher wenigstens 10 Sekunden dauerte. Sie war ungefähr halb so grofs als der Vollmond, hatte ein sehr weifses und helles Licht und liefs einen Streifen hinter sich. Die Herren Lebon und Dassier beobachteten am 24sten Mai 10 Uhr 8 Min. Abends eine Feuerkugel, welche sich vom Stern δ des Becher bis zum Stern ζ des Krebses in 6 Sek. bewegte. Der Durchmesser war der einer Haubitze. — Herr Petit hält das in diesen beiden Beobachtungen gesehene Meteor für dasselbe (aus welchen Gründen ist nicht angegeben) und gründet darauf eine Berechnung seines Laufes, wobei er findet, dafs dieser Körper ein Satellit der Erde ist mit eliptischer Bahn, 6364941 Meters perigeischer Entfernung und 0,1145685 Tag Umlaufszeit. Herr Petit hält es nicht für unwahrscheinlich, dafs viele früher beobachtete Meteore, z. B. das am 5ten Jan. 1837, dieser selbe Körper gewesen sei.

Die Basis, auf der diese Berechnung ruht, scheint doch wohl zu unsicher zu sein, um ihr einige Wichtigkeit beizulegen.

(Sternschnuppen.)

Obgleich die Beobachtungen des periodischen Erscheinens der Sternschnuppen im August 1846 an sehr vielen Orten durch trübes Wetter erschwert oder ganz verhindert waren, so scheint dennoch hervorzugehen, dafs im Allgemeinen sich diesmal weniger Meteore als gewöhnlich gezeigt haben.

Herr Duprez konnte zu Gand den Himmel am 9ten gar nicht und am 10ten nur von 10 bis 11¾ Uhr, also während $\frac{7}{4}$ Stunden beobachten, indem er in der übrigen Zeit bedeckt war. In dieser Zeit konnte er nur 8 Meteore wahrnehmen. Herr A. Perrey zu Dijon ist glücklicher gewesen, er sah in der Nacht vom 10ten zum 11ten in 4½ Stunden 62 Sternschnuppen. Vor Mitternacht gingen sie gewöhnlich von N. nach S., nach Mitternacht von N. nach O. Dennoch ist diese Anzahl viel unbedeutender als in frühern Jahren. Herr Colla berichtet, dafs die Sternschnuppen zu Parma an den bekannten Tagen des August fast ganz ausgeblieben sind; und im November wurde ihre Beobachtung durch regnerisches Wetter gehindert. Dagegen hat Herr Meier bei Mailand am 31sten October und 2ten November zahlreiche Sternschnuppen beobachtet. Unter diesen waren zwei grofse Feuerkugeln: die eine am 2ten Nov. 8 Uhr 37 Min. übertraf die Venus an Gröfse und Glanz; die andere wurde am 31sten Octbr. 7 Uhr 25 Min. von andern Personen beobachtet und hatte die scheinbare Gröfse eines Sechspfünders. Beide Erscheinungen waren ohne Detonation. — Herr Quetelet schreibt aus Brüssel, dafs sich wegen des dortigen trüben Wetters nur der 9te August zur Beobachtung der Augustphänomene der Sternschnuppen geeignet hat. An diesem Abend wurden während 3 Stunden 164 Meteore beobachtet, die sich meistens im Schwan, Delphin, Pegasus und Adler zeigten.

Herr Herrick hat zu New-Haven am 13ten Nov. und 6ten Dec. 1845 und am 2ten Jan. und 20ten April 1846 die Sternschnuppen beobachtet, ohne an diesen Tagen mehr Meteore als gewöhnlich wahrzunehmen. Dagegen beobachtete Herr Hubbard am 20ten April zu Washington von 12 bis 1 Uhr 31; von 1 bis 2 Uhr 18; von 2 bis 3 Uhr 21; im Ganzen 70 Meteore in 3 Stunden.

Herr Forster glaubt die Beobachtung gemacht zu haben, dafs die Sternschnuppen häufig ihren Lauf nach kleinen in der Atmosphäre schwebenden Cirrostratus richteten und führt zur Bestättigung dieser Thatsache Herrn Howard an, welcher dies sogar für eine constante Eigenschaft der Sternschnuppen erkläre! Am 13ten Septbr. 10 Uhr 47 Min. beobachtete Herr Forster eine Sternschnuppe, welche vom Stern β des Schwans nach W. fiel. Sie hatte eine gelbröthliche Farbe und schien ihren Lauf nach einem solchen kleinen Gewölk zu richten.

Herr Schmidt im Observatorium von Benzenberg zu Bilk bei Düsseldorf hat seit 1842 die Sternschnuppen theils auf dem Hohenfelde bei Hamburg, theils in Hamburg selbst und auch in Altona beobachtet. Seine Beobachtungen waren weniger auf die Periodicität der Sternschnuppen, als auf ihre Gröfse, Richtung, Farbe und Schnelligkeit gerichtet. Deshalb beobachtete er an allen heitern Nächten des Jahres und giebt interessante Zusammenstellungen seiner Beobachtungen.

Herr Biot präsentirt eine Note über die in China beobachteten Meteore, welche an eine Commission überwiesen wird.

Herr H. C. Strickland findet, dafs die Annahme der im Kosmos ausgesprochenen Ansichten über die Natur der Sternschnuppen manche Schwierigkeiten darbiete. Wenn man die Beobachtungen von Benzenberg und Brandes für richtig hält, wonach ihre Geschwindigkeit 17 bis 36 geographische Meilen in der Sekunde, ihr Durchmesser 80 bis 2600 Fufs, und ihre Entfernung von der Erde 16 bis 140 geographische Meilen beträgt, ferner, dafs sie, für gewöhnlich unsichtbar, nur dann leuchtend werden, wenn sie in die Erdatmosphäre eintauchen und dafs die Aërolithen Fragmente sind, welche von jenen Asteroiden ausgeworfen, oder (vielleicht durch den Widerstand der Atmosphäre) von ihnen abgetrennt werden; wenn man endlich annimmt, dafs sie planetenartig in eliptischen Bahnen die Sonne umkreisen und uns nur sichtbar werden an den Punkten, wo ihre Bahnen durch die Erdbahn geschnitten werden, so müfste ihre Zahl wunderbar grofs sein, da immer nur die gesehen werden könnten, deren Bahn die Erdbahn schneidet und die sich nun zufällig zugleich mit der Erde ganz in der Nähe dieses Knotens befinden. Dann

ist es sehr auffallend, daſs diese verhältniſsmäſsig so kleinen Körper, welche beständig in unsre Atmosphäre eintreten und wenige Meilen von der Erde entfernt vorübergehen, niemals mit ihr in Berührung kommen, da nemlich die Aërolithen nicht Sternschnuppen selbst, sondern nur deren Fragmente sind, welche sie bei ihrem Laufe hinter sich lassen; sie müſsten vielmehr durch ihren fortwährenden Sturz die Erde förmlich bombardiren. Man wird also annehmen müssen, daſs ihr Durchmesser überschätzt und die Aërolithen nicht Theile von ihnen, sondern sie selbst seien. Dennoch müſste bei der groſsen Anziehung der Erde die Zahl derer, welche auf sie fallen viel gröſser sein, als die Zahl derer, welche ihren Lauf fortzusetzen vermöchten. In der That aber zählen wir manche Nacht Hunderte von Sternschnuppen, während ein Aërolithenfall zu den Seltenheiten gehört. Um diese Erscheinung zu erklären, wird man also annehmen müssen, daſs diese Körper sich in Bahnen bewegen, die der Oberfläche der Erde annähernd parallel sind, mit andern Worten, daſs sie selbst Satelliten der Erde sind. Selbst wenn diese Körper sich früher direckt um die Sonne bewegt hätten, würden sie doch durch die groſse Anziehung der Erde, bei ihrer Annäherung an dieselbe, so sehr aus ihrer frühern Bahn gebracht werden, daſs sie entweder auf die Erde stürzen, oder sich ferner als Satelliten um die Erde bewegen müſsten.

Um die gröſsere oder geringere Zahl der zu gewissen Zeiten des Jahres sichtbaren Sternschnuppen zu erklären, nimmt Herr Strickland an den Gränzen unserer Atmosphäre die Existenz einer zweiten elektrischen Atmosphäre an, welche sich in Folge zufälliger Umstände zu Zeiten mehr, zu Zeiten weniger weit in den Weltraum erstreckt und welche das Leuchten der Sternschnuppen veranlaſst, wenn sie in dieselbe eintauchen. Zur Zeit wo die Ausdehnung dieser Atmosphäre gering ist, werden alle Sternschnuppen, welche sie nicht mehr berühren, unsichtbar bleiben, während sie zur Zeit, wo diese Atmosphäre sich über die Bahnen derselben hinaus erstreckt, sehr wohl von der Erde aus sichtbar sein werden.

(Meteorsteine etc.)

Hr. Borissiack zu Charkow berichtet von einem Meteorsteinfall, der sich am 30. October 1843 dreifsig Werst südwestlich von Werchne Tschirskaja Stanitza (am Don, im Lande der donischen Kosacken) bei heiterem windstillen Wetter unter starker Detonation aber ohne Lichterscheinung (wie bei dem zu Terra-Nuova in Calabrien 1754) zugetragen hat. Der gleich nach dem Falle aufgefundene Stein hat die Gestalt einer dreiseitigen Pyramide und wiegt 8030 Gramm. Er ist mit einer schwarzen Kruste umgeben, welche sowohl wie die hellgraue innere Masse das Glas ritzt. Der Aërolith gehört zu den erdigen und ähnelt dem im Jahre 1807 zu Juchnow (Gouvernement Smolensk) gefallenen.

Ein Ungenannter beschreibt in Silliman's Journal ein Meteor, welches er am 1. September 1845 Nachts 2 Uhr zu Fayetteville (Nord-Carolina) erlebt hat und nach dem starken Licht und heftigen Knall zu urtheilen, nichts andres als ein Meteorsteinfall gewesen sein kann. In demselben Journal theilt Hr. Hiram Bingham, Missionär auf den Sandwich-Inseln, einige Partikularitäten mit, über den Aërolithenfall, der sich am 27. September 1825 theils auf Honolulu, theils im Kanal zwischen Molokai und Lanai, theils zwischen diesen Inseln und Oahu ereignet hat und schon von v. Hoff [1]) aufgeführt worden ist.

Hr. Tizenhauz beschreibt die seltene Erscheinung des Mannaregens, welche sich am 3. April (22. März) im Gouvernement Wilna ereignete. Nach einem heftigen und anhaltenden Gewitterregen war die Erde mit Kügelchen einer Substanz bedeckt, die sich leicht aufsammeln und an der Sonne trocknen liefsen. Sie waren alle zerbrochen, von verschiedener Gröfse, die gröfsesten etwa wie eine Nufs und von etwas gelatinöser Beschaffenheit. Getrocknet sind sie hart, etwas schwammig, von weifsgrauer Farbe, wenig durchscheinend, geruchlos und mit schwachem häfenartigem Geschmack; zerrieben geben sie ein weifses Mehl. Ihr specif. Gew. ist etwas gröfser als des Wassers. Angezündet brennen sie und verbreiten einen Geruch nach verbranntem Zuk-

[1] Pogg. Ann. XXIV. 225.

ker. Im Wasser erweichen sie ohne sich aufzulösen, werden durchscheinend und gelatinös; jedoch sind sie in Alkohol auflöslich und diese Lösung wird durch Jodtinktur nicht gebläut. Sie bestehen also nicht aus Stärke oder Bassorin, noch weniger sind sie die Wurzel einer Pflanze des Genus Ficaria; sondern sie scheinen ein Gummiharz zu sein, vielleicht entstanden durch balsamische Pflanzendünste, welche in den höheren Regionen der Atmosphäre angehäuft und durch den Einfluſs der Elektricität verändert, in Form von Hagel auf die Erde fallen.

H. Poselger.

Photometrie.

Albert's neuer Lichtmessapparat und seine Verbesserungen.

Das Princip dieses Apparates besteht darin, daſs durch Einschalten einer gefärbten Substanz zwischen dem leuchtenden Gegenstande und dem Beobachter das Licht bis zum völligen Verschwinden verdunkelt werden kann. Die absorbirende Substanz ist bei Hrn. Albert eine gefärbte Flüssigkeit, von der eine kürzere oder längere Säule in ein Rohr eingelassen werden kann, durch welches das zu beobachtende Licht hindurchgeht. Die Idee ist folglich nicht neu, und da sie voraussetzt, daſs die Absorption proportional der Dicke der Schichten stattfindet, auch nicht erwiesen richtig. Für manche praktische Zwecke, bei denen es nicht auf groſse Genauigkeit ankommt, bietet indessen das Instrument des Hrn. Albert manche Vortheile dar.

W. L. Seidel. Erste Resultate photometrischer Messungen am Sternhimmel.

Mit dem von Steinheil erfundenen Photometer hat Herr Seidel eine Reihe interessanter Messungen über die relative Licht-

stärke einiger Sterne ausgeführt. Hr. Seidel giebt folgendermafsen kurz die Einrichtung des Steinheil'schen Photometers an. Das Princip des Instrumentes beruht darauf, dafs man die Lichtscheiben einander gleich macht, welche man statt der Sterne sieht, wenn man das Okular eines Fernrohrs, durch das man sie betrachtet, beträchtlich über die Stellung des deutlichen Bildes herauszieht oder hineinschiebt. Diese Scheiben erscheinen um so gröfser und zugleich um so dunkler, je mehr man das Okular verstellt hat, man kann daher die Helligkeit derjenigen, welche der glänzendere Stern erzeugt, der des andern gleich machen, wenn man für den ersteren das Okular weiter vom Bilde entfernt als für den zweiten, und umgekehrt kann man aus den verschiedenen Verstellungen, welche gleich stark erleuchtete Scheiben hervorgebracht haben, auf das Helligkeitsverhältnifs der Sterne schliefsen. Durch Prismen, welche statt der Spiegel dienen, wird bewirkt, dafs man beide Sterne zugleich im Felde sieht, und da man bei dieser Einrichtung natürlich dem Okular nicht die beiden verschiedenen Verstellungen zugleich geben kann, bei welchen die zwei Lichtscheiben gleich hell erscheinen würden, so können statt dessen die beiden Hälften des zerschnittenen Objektives, von denen jede das Licht des einen Sterns erhält, jede für sich verstellt werden. Man ist dann noch abhängig von der möglicherweise verschiedenen Durchsichtigkeit der beiden Prismen und der zugehörigen Objektivhälften; um diese zu eliminiren, kann man entweder, nachdem in der einen Lage beobachtet ist, die Prismen wechseln, wodurch der Fehler auf die entgegengesetzte Seite kommt, oder man kann dadurch, dafs man durch beide Prismen das Licht desselben Sternes gehen läfst, also diesen mit sich selbst vergleicht, die Gröfse des Fehlers bestimmen. Hr. Seidel hat sich gewöhnlich der zweiten Methode bedient.

Zuerst suchte Hr. Seidel das Gesetz zu ermitteln, durch welches die Extinction des Lichtes in der Atmosphäre von der Zenitdistanz abhängt, um die Sternhelligkeit durch Rechnung auf gleiche Höhen zu bringen. Er findet folgenden empirischen Werth der Funktion: Man mufs zu dem tabulären Logarithmus

der beobachteten Helligkeit, um den der Helligkeit des Sterns in Zenit zu finden, hinzulegen:

bei 0°	Zenit-Distanz	+0.000
- 15°	—	+0.005
- 30°	—	+0.015
- 45°	—	+0.042
- 60°	—	+0.099
- 75°	—	+0.287
- 86°	—	+0.830

Einige der von Hrn. SEIDEL gefundenen Resultate für die Lichtstärke (nach der Gröfse geordnet und α Lyrae = 1 gesetzt) sind verglichen mit früheren Bestimmungen von Sir JOHN HERSCHEL folgende:

	SEIDEL.	HERSCHEL.
Sirius	5.13	5.08
Rigel	1.30	0.92
Wega	1.00	0.92
Arctur	0.84	0.92
Capella . . .	0.83	0.92
Procyon . . .	0.71	0.53—0.64
Attair	0.40	0.44
Aldebaran . .	0.36	0.53—0.64
Deneb	0.35	0.33—0.44
Regulus . . .	0.34	0.27—0.33
Mars . . . . . (24. Aug. 1845)	6.80	
Jupiter . . . (1. Sept. 1845)	8.50	

Auf die letzten beiden Beobachtungen gründet Hr. SEIDEL schliefslich einige hypothetische Schlüsse über die Helligkeit der Sonne.

Dr. G. Karsten.

3. Physiologische Optik.

Volkmann. Artikel „Sehen" in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, 14. Lief. Braunschweig 1846. p. 265—357*.

Besio. Sulla visione a differenti distanze. Giorn. Arc. CV. 3*; Inst. No. 666, p. 338*.

Rapport sur le quatrième mémoire de M. Vallée relatif à la théorie de l'oeil. C. R. XXII. 733*; Inst. No. 644, p. 151*.

J. G. Crahay. Notice sur une nouvelle théorie de la vision. Bull. de Brux. XII. 2. 311*; Inst. No. 658, p. 263.

St. Venant. Fait relatif à la vision. Inst. No. 657, p. 254*.

A. Seebeck. Beiträge zur Physiologie des Gehör- und Gesichtsinnes. Pogg. Ann. LXVIII. 449*

Silbermann. Essai d'explication du phénomène des houppes ou aigrettes visibles à l'oeil nu dans la lumière polarisée. C. R. XXIII. 629*; Inst. No. 665, p. 327*.

W. Cumming. On a luminous appearence of the human eye and its application to the detection of diseases of the retina and posterior part of the eye. Med. Chirurgical Transactions XXIX. 283*; Fror. Not. 1847, p. 299*.

Tourtual. Beobachtungen an einem Auge mit seltener Deformität der Pupille. Müller's Arch. f. Anat. u. Physiol. 1846, p. 346*.

E. Brücke. Ueber den Musculus Cramptonianus und den Spannmuskel der Chorioidea. Müller's Arch. 1846, p. 370*; Arch. de sc. ph. et nat. IV. 317*.

E. Brücke. Ueber das Verhalten der optischen Medien des Auges gegen die Sonnenstrahlen. Müller's Arch. 1846, p. 379*; Pogg. Ann. LXIX. 549*; Arch. d. sc. ph. et nat. IV. 315*.

Hr. Volkmann hat die Lehre vom Sehen in einem umfassenden Artikel bearbeitet, aus dem ich eine Reihe von Punkten hervorheben mufs, während ich diejenigen Abschnitte, welche allgemein bekannte Thatsachen enthalten, überschlage.

S. 267 spricht sich Hr. Volkmann gegen die Lehre von den specifischen Energien der Sinnesnerven aus. Diese Lehre stellt in Rücksicht auf den Gesichtssinn zwei Sätze auf:

1) Es giebt eine Provinz unsers Gehirns, deren materielle Theile von J. Müller in seiner Physiologie des Gesichtssinnes

als Sehsinnsubstanz bezeichnet werden und zu der der sogenannte *Nervus opticus* und die Nervenhaut gehören [1], deren Veränderungen in uns die Empfindung des Leuchtenden erregen können, gleichviel ob die Ursache der Veränderungen äufseres Licht sei oder nicht.

Dies ist ein Satz, der durch die Untersuchungen über die Druckbilder und über die Reaction des Gesichtssinnes auf den elektrischen Strom unwiderleglich bewiesen ist.

2) Die Einwirkung des äufseren Lichts auf irgend einen andern Nerven als den sogenannten *N. opticus* ist nicht im Stande, in uns die Empfindung des Leuchtenden zu erregen.

Diesen Satz halte ich ebenfalls durch die tägliche Erfahrung für unwiderleglich bewiesen, und wenn Hr. Volkmann die Frage, ob man vermittelst der Tastnerven Licht empfinden könne, unentschieden läfst, so glaube ich sie dahin beantworten zu können, dafs wir allerdings mit unsern Tastnerven das Licht immer empfinden, wenn nur die Strahlung intensiv genug ist, aber, wie die tägliche Erfahrung lehrt, nicht mit der Empfindung des Leuchtenden sondern mit der der Wärme.

S. 272 sagt Hr. Volkmann: „Was die Stäbchenschicht anlangt, so hat Brücke wahrscheinlich zu machen gesucht, dafs ihre Bestimmung dahin gehe, das durch die Netzhaut hindurchdringende und von der Aderhaut nur unvollkommen absorbirte, folglich von hier zur Netzhaut reflektirte Licht auf dieselben Nervenelemente zurückzuführen, durch welche es primär seinen Weg nahm. Brücke meint nämlich, dafs nur, wenn die reflektirten Strahlen den einmal eingeschlagenen Weg festhalten, eine Confusion der Empfindung vermieden werden könne. Es will mir scheinen, dafs gerade dieser Fundamentalsatz, der mit Eleganz durchgeführten Hypothese noch einige Schwierigkeiten mache. Die Netzhaut hat im Hintergrunde des Auges einen verhältnifsmäfsig ansehnlichen Durchmesser, indem hier noch viele Fasern über einander liegen, welche später erst sich neben ein-

[1] Ich mufs hier bemerken, dafs der *Nervus opticus* kein Nerv im anatomischen Sinne des Wortes ist, sondern ein Strang von Gehirnfasern, und ebenso die Nervenhaut ein wirklicher Gehirntheil, der in das Auge hineinragt.

ander lagern. Dringt hier der Lichtstrahl durch die Netzhaut, so trifft er unvermeidlich verschiedene Elemente. Es scheint mir also die Physiologie nicht sowohl einer Hypothese zu bedürfen, wie der Durchtritt des Lichtstrahls durch verschiedene Elemente vermieden werde, als vielmehr einer Erklärung, warum trotz der Reizung verschiedener Fasern durch einen Lichtstrahl eine Verwirrung der Gesichtsempfindungen nicht statt finde."

Ich mufs mich hier gegen ein Mifsverständnifs meiner Arbeit verwahren, welches Hrn. Volkmann veranlafst, zu glauben, dafs ich die Physiologie mit einer Hypothese bereichert habe, indem er meint, dafs ich darauf ausgegangen sei, die Bestimmung der stabförmigen Körper zu erklären, was um so weniger meine Absicht gewesen sein kann, als der Begriff der Bestimmung eines Organs für mich gar keine wissenschaftliche Bedeutung hat, und ich deshalb auch nicht auf die Idee kommen kann, Hypothesen über die Absichten des Schöpfers aufzustellen. Ich habe einfach gezeigt, dafs die nicht absorbirten Strahlen von den stabförmigen Körpern so reflektirt werden, dafs sie auf ihrem Rückwege näherungsweise denselben Ort der Nervenhaut treffen, durch welchen sie eingefallen sind. Dies ist eine Thatsache, welche, aus den Gesetzen der elementaren Optik abgeleitet, die Teleologie nicht um Erlaubnifs zu fragen braucht, ob sie existiren dürfe oder nicht. Wenn aber Hr. Volkmann meint, dafs diese Thatsache für das deutliche Sehen unwesentlich sei, so kann ich ihm hierin nicht beipflichten, da, wenn das nicht absorbirte Licht diffus auf die Nervenhaut reflektirt würde, dieses nothwendig eine Undeutlichkeit des sogenannten Netzhautbildes veranlassen müfste, dafs wir aber vermöge undeutlicher Netzhautbilder nicht deutlich sehen können, ist hinlänglich bekannt, und ich glaube nicht erst darauf aufmerksam machen zu müssen, dafs es vollkommen gleichgültig ist, ob das abirrende Licht von der vorderen oder von der hinteren Seite auf die Nervenhaut fällt.

S. 276 u. 277 theilt Hr. Volkmann eine Reihe von Versuchen über die Geschwindigkeit der Augenbewegungen mit, welche er anstellte, indem er untersuchte, wie oft er in einer halben Minute abwechselnd die eine und die andere von zwei Nadeln fixiren konnte, die mit dem Drehpunkte des Auges die Ecken eines

Dreiecks von bekannten Seiten bildeten, dann mit der gefundenen Zahl von Abwechselungen in 1800 dividirte und den Quotienten als Zeitdauer der jedesmaligen Winkelbewegung in Tertien verrechnete. Es wird aber Jeder leicht einsehen, daſs man aus diesen Versuchen keine Schlüsse auf die Geschwindigkeit der Augenbewegungen im Allgemeinen machen kann, da man erstens nicht weiſs, wieviel von der verbrauchten Zeit auf die Gedankenbewegungen des Experimentators geht, welche seinen jedesmaligen Entschluſs aus der einen Fixation in die andere überzugehen repräsentiren, und zweitens nicht weiſs, um wieviel jedesmal die Bewegung gehemmt sei, damit sie durch die Willkür an einem bestimmten Punkte sistirt werden könne. Bei der angewandten Methode ist deshalb auch nichts Auffallendes darin, wenn die beobachteten Zahlen angeben, daſs eine Bewegung von 2° im Durchschnitt eben so viel Zeit erfordert als eine Bewegung von 7°, und daſs uns die Vergleichung der dritten Zeiten von Tabelle I. und II. zeigen, daſs unter übrigens gleichen Umständen und bei demselben Beobachter die Zeiten für Bewegungen von 1°, 2°, 3°, 4°, 5°, 6° u. 7° absolut gröſser sind als die für 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60° u. 70°, so daſs die Zeit für 1° 24 Tertien beträgt, während die für 70° 21 Tertien beträgt. Auffallend ist es nur, daſs Hr. Volkmann S. 278 sagt: „Bei gleicher Entfernung der Objekte und unveränderter Stellung der Ebene, in welcher sie liegen, wächst die Schnelligkeit der Augenbewegungen mit der Verkleinerung des zu beschreibenden Winkels, ausgenommen wenn die Gröſse des letzteren unter 70° fällt, wo denn die Beschleunigung der Bewegung aufhört.

S. 289 zeigt Hr. Volkmann, daſs die wenige Zehntheile eines Millimeters von einander entfernten Knotenpunkte (Moser's Hauptpunkte) nach den Bestimmungen von Listing und Moser in der That nahezu an derselben Stelle der Axe liegen, welche er schon früher auf experimentellem Wege als diejenige bestimmte, durch welche alle geraden Verbindungslinien zwischen einem äuſseren Punkte und seinem Bilde auf der Netzhaut gehen, und sie den Kreuzungspunkt der Sehstrahlen nannte. Diese Stelle der Axe liegt nämlich nach dem Verfasser im Mittel

hinter dem vordersten Punkte der Hornhaut 3‴,97

vor dem hintersten Punkte der Linse . . 0''',43
vor dem Axenpunkte der Netzhaut . . . 6''',23

S. 291—293 beschreibt Hr. Volkmann Versuche, welche er an sich und mit den Herren Marchand, E. H., E. u. W. Weber, Förster und Hüttenheim anstellte, um die Art der Aberration (wegen der Gestalt der brechenden Flächen) im Auge zu studiren, indem der jedesmalige Beobachter wie beim Scheiner'schen Versuch durch einen mit vier Löchern versehenen Schirm nach einer feinen Spitze sah und für verschiedene Sehweiten die gegenseitige Stellung der entstehenden vier Bilder angab. Um Bilder ausschliefslich von Randstrahlen und ausschliefslich von Centralstrahlen zu erhalten, und zugleich beide von einander unterscheiden zu können, hatten die Löcher folgende Lage zu einander ∴.

Der Verfasser zieht aus seinen Versuchen, deren Resultate graphisch dargestellt sind, den Schlufs „dafs Augen von ganz entgegengesetzten Brechungsverhältnissen vorkommen, solche wo die Randstrahlen des einfallenden Lichtkegels stärker gebrochen werden als die der optischen Axe näher liegenden Strahlen, und umgekehrt."

Dafs die Art der jedesmaligen Aberration nicht allein von der Natur des dioptrischen Apparates, sondern auch von der Objektweite abhängt, ist nicht berücksichtigt worden.

S. 301 theilt der Verfasser einen lehrreichen Versuch mit, um zu zeigen, dafs sich das Auge im Zustande der Ruhe immer für den Fernpunkt (d. i. den fernsten Punkt, in dem noch deutlich gesehen wird) accommodirt. „Wenn ich", sagt Hr. Volkmann, „durch zwei Kartenlöcher einen Faden mit einem Auge betrachte, welcher nun im gekreuzten Doppelbilde erscheint, und dann das Auge abwechselnd und unbefangen öffne und schliefse, so liegt die Kreuzungsstelle jedesmal an demselben Punkte, und ich bin zwar im Stande, diese Stelle dem Auge näher zu bringen, nicht aber sie in gröfsere Ferne zu verlegen. Accommodire ich mein Auge für einen näheren Punkt des Fadens, so dafs ich ihn einfach sehe, schliefse dann die Augen und öffne sie wieder, so liegt der Kreuzungspunkt der beiden Fäden nicht mehr da, wo er vorher lag, sondern wiederum im Fernpunkte."

S. 303 theilt der Verfasser Versuche vom Prof. Senff mit, die derselbe schon im Jahre 1838 anstellte. Nachdem nämlich Hr. Senff, indem er ein bestimmtes Spiegelbild auf der Hornhaut an verschiedenen Stellen derselben im Kometensucher mikrometrisch maſs, sich überzeugt hatte, daſs die Hornhaut-Oberfläche die eines nicht genau senkrecht auf die Axe geschnittenen Scheitelabschnittes eines Elipsoids sei (vergl. S. 271 der Volkmann'schen Abhandlung), suchte er auf ähnlichem Wege zu bestimmen, ob sich die Hornhaut beim Sehen in der Nähe stärker wölbe. Das Resultat dieser Versuche, bei denen sich die beobachteten Augen von 4″ auf 222″ zu adoptiren suchten, giebt Hr. Volkmann in folgender Tabelle.

Namen der Person, an deren Auge die Beobachtung angestellt wurde.	Name des Beobachters welcher die Messung ausführte.	Krümmungshalbmesser der Hornhaut in Pariser Linien		Differenz.
		beim Fernsehen	beim Nahesehen	
Prof. Hueck . .	Prof. Senff . .	3.601	3.598	+ 0.003
- Senff . .	- Hueck . .	3.409	3.458	—0.049
- Senff . .	Astronom Sabler	3.486	3.510	—0.024
Astronom Sabler	Prof. Senff . .	3.392	3.373	+ 0.019
Prof. Hueck . .	Astronom Sabler	3.675	3.674	+ 0.001
Stud. Rauch . .	Prof. Senff . .	3.421	3.409	+ 0.012
			im Mittel	—0.006

S. 349 bestreitet Hr. Volkmann die Nothwendigkeit des Schwankens der Sehweite bei der Wahrnehmung der stereoskopischen Erscheinungen (vergl. E. Brücke über die stereoskopischen Erscheinungen etc. Müller's Archiv 1841, S. 459; Tourtual die Dimensionen der Tiefe u. s. w. Münster 1842; A. P. Prevost Essais sur la théorie de la vision binoculaire. Genève. 4°. Im Auszuge in der Bibliothèque universelle de Genève, Novembre 1843, und in Pogg. Annal. LXII. S. 548. Brewster On the law of visible position in single and binocular vision. Phil. Magazine 1844. Vol. 24. p. 356 u. 439), indem er sich darauf stützt, daſs er die Dimension der Tiefe auch beim Lichte des elektrischen Funkens wahrgenommen habe. Ich stimme ganz mit dem Verfasser darin überein, daſs wir wegen unserer groſsen Uebung stereometrische Figuren mit dem Gesichtsinn in ihren drei Dimensionen

aufzufassen, dieselben auch aus an sich unvollkommenen Sinneseindrücken erkennen, und so zu sagen augenblicklich in unserer Vorstellung ergänzen, wenn ich aber eine stereoskopische Erscheinung ruhig betrachte, so gelingt es mir zum vollen Bewufstsein zu bringen, dafs ich in der That jede Linie derselben einfach sehe, und dies ist nur bei fortwährendem Schwanken der Sehweite möglich, wie Jeder leicht einsehen wird, der mit den Gesetzen der doppelten und der einfachen Bilder vertraut ist. Wenn übrigens Hr. Volkmann ausrechnet, dafs die schnellste Augenbewegung 50000 mal länger dauert, als das Ueberspringen des elektrischen Funkens, so stützt er sich hierbei auf seine Versuche über die Geschwindigkeit der Augenbewegungen, von denen ich schon oben gesprochen habe. Bemerken mufs ich noch, dafs schon im Jahre 1841 mein Lehrer, Hr. Prof. Dove, als ich ihm von meiner Ansicht über die Entstehung der stereoskopischen Erscheinungen sprach, dieselben beim Lichte des elektrischen Funkens untersuchte (Monatsberichte der Berl. Akad. 1841 den 29. Juli).

S. 331—335 theilt der Verfasser Versuche über die Gesichtsschärfe mit, welche die Abnahme derselben im indirekten Sehen durch Zahlenreihen anschaulich machen. Er zeigt ferner, dafs einzelne Punkte oder Linien ungeeignete Objekte sind, um die kleinsten Winkelwerthe zu ermitteln, welche das Auge noch wahrnimmt, und dafs man vielmehr für diesen Zweck untersuchen mufs, unter welchen Sehweiten man zwei parallele Linien von bekannter Entfernung noch als doppelt unterscheidet.

Es zeigte sich, dafs auch bei Versuchen, welche in dieser Weise angestellt waren, die Netzhautbilder beider Linien nicht um die Breite einer Sehnervenfaser von einander entfernt liegen konnten. Selbst beim Lichte des elektrischen Funkens erkannte der Verfasser in 9 Zoll Entfernung zwei schwarze Linien auf weifsem Papier als doppelt, die nur 0.15‴ von einander entfernt waren.

Besio. Ueber das Sehen in verschiedenen Entfernungen.

Hr. Besio hat die Zahl der todtgebornen Arbeiten vermehrt, welche das Problem der Akkommodation, ohne es aufzulösen, beseitigen wollen. Das Vorhandensein einer Akkommodationsveränderung wird bekanntlich durch die Thatsache bewiesen, dafs wir verschieden entfernte Gegenstände, welche wir nach einander mit gleicher Deutlichkeit sehen können, niemals gleichzeitig deutlich sehen. Hiergegen hat Hr. Besio folgende Einwände: 1) man könne nicht gleichzeitig beide Objekte in den Kreuzungspunkt der Sehaxen bringen; 2) der Stand der Pupille könne sich nicht für beide Objekte gleichzeitig passend einrichten; 3) zwei gleichzeitige Sensationen schwächen sich einander reciproker Weise; 4) der eine oder der andere von den Gegenständen erscheine uns deutlicher, je nachdem wir unsere Aufmerksamkeit auf ihn richten.

Man sieht aus diesen Einwänden, dafs Hr. Besio mit der Litteratur seines Gegenstandes völlig unbekannt ist und sich selbst nicht die geringste Gewalt über sein Akkommodationsvermögen erworben hat. Durch diese beiden Eigenschaften wird es ihm denn auch möglich, überhaupt in Abrede zu stellen, dafs ein gesundes Auge einen gewissen Spielraum seiner Sehweite hat, in dem es deutlich sieht. Er weifs weder etwas von den Mitteln, durch welche man sich hiervon überzeugt hat, noch scheint ihm klar zu sein, was man überhaupt in der physiologischen Optik unter deutlich sehen versteht. Sein Humor ergeht sich deshalb in Betrachtungen folgender Art: „*Se per questo si vuol intendere, come par che intendano generalmente gli autori che se ne servono, che non c'è differenza tra il vedere un uomo alla distanza d'un metro, o alla distanza di 100 metri ciò è evidemente falso: giacche alla distanza d'un metro si potran discernere assai bene l'un dall' altro i peli della barba, riconoscere minutamente i lineamenti, cose che diverranno impossibili alla distanza di 100 metri. Che se si vuole intendere solamente, che a tutte queste differenti distanze non si confonde un uomo con un palazzo o con un albero, ciò è vero, ma non prova nulla. Chi vuol conchiudere*

da questo fatto, che i raggi di luce devono avere il loro fuoco precisamente sulla retina in tutti questi casi, e che l'immagine che vi si forma è sempre della stessa nitidezza, ragiona come ragionerebbe chi volesse sostenere, che per dipingere come Ticiao o Raffaele, basta che uno acquisti tanto di perfezione nell' arte pittorica, che giunga a saper fare una figura in modo che ciascun capisca che rappresenta un uomo e non un serpente o un pollo d'India.

So wenig die ferneren theoretischen Deductionen des Verfassers von Interesse sind, so muſs ich dagegen eine Versuchsreihe erwähnen, in welcher derselbe die Entfernung des durch eine Ochsenlinse entworfenen Bildes von derselben bei verschiedenen Objektweiten bestimmt hat, indem er das Bild nicht auf einem durchscheinenden oder opaken Körper auffing, sondern es unmittelbar durch ein bewegliches Mikroskop betrachtete. Dies ist in der That der einzige Weg, auf dem man einigermaſsen zuverlässige Resultate erhalten kann. Der Verfasser fand

Abstand des Objekts von der Krystallinse.	Abstand des Bildes.
∞ Meter	15mm
0.2	16.3
0.1	17.64
0.5 (0.05? Br.)	21.4

Rapport über die vierte Abhandlung des Hrn. VALLÉE (Commissäre ARAGO, SERRES, MAGENDIE, POUILLET, STURM, BABINET).

Hr. VALLÉE hat der Akademie eine Abhandlung eingereicht, in der er voraussetzt, daſs die Brechkraft des Glaskörpers von der Linse nach der Nervenhaut hin wachse, woraus folgen würde, daſs jeder Lichtkegel zwischen je einem Punkte der Nervenhaut und der Linse umgewandelt würde in den Revolutionskörper einer Kurve, deren Tangente einen um so kleineren Winkel mit der Umdrehungsaxe macht, je mehr man sich der Nervenhaut nähert. Hieraus hat der Verfasser wesentliche Vortheile für Akkommodation, Aplanasie und Achromasie des Auges

abgeleitet. Die Commission enthält sich eines Urtheils über den Werth dieser Arbeit, da sich der Verfasser weigert, sich auf experimentellem Wege von der Haltbarkeit seiner Grundhypothese zu überzeugen.

J. G. Crahay. Neue Theorie des Sehens.

Hr. Crahay giebt eine wohlbegründete Widerlegung der Sturm'schen Theorie vom Sehen in verschiedenen Fernen (Vergleiche über dieselbe Berl. Ber. I. 207). Er stützt sich namentlich auf zwei Thatsachen: erstens darauf, dafs man nicht gleichzeitig verschieden entfernte Objekte deutlich sehen könne, und zweitens darauf, dafs ein kleines rundes Loch ihm diesseits der deutlichen Sehweite immer noch kreisrund und nicht elliptisch erscheine.

St. Venant. Thatsache hinsichtlich des Sehens.

Hr. St. Venant ist der Meinung, dafs in den sinnlosen Angaben, welche die Laien über die scheinbaren Gröfsen und Entfernungen am Himmel in Linearmaafs machen, eine gewisse Uebereinstimmung stattfinde, und rechnet aus, dafs die Menschen im Allgemeinen die scheinbare Gröfse der Himmelskörper mit der von solchen terrestrischen Gegenständen zu vergleichen scheinen, welche 15 bis 20 Meter von ihnen entfernt sind. Ich mufs diesem nach meinen Erfahrungen widersprechen, denn ich habe über die scheinbare Gröfse der Sonne und des Mondes von Laien die abweichendsten Angaben gehört, und entsinne mich z. B. wie ich mich einmal vergebens bemüht habe, den Streit zweier Leute beizulegen, von denen der eine den Mond so grofs wie einen Silbersechser, der andere so grofs wie ein Waschfafs zu sehen behauptete. Dagegen habe ich wie der Verfasser überall das bekannte Faktum bestätigt gefunden, dafs man geneigt ist, Sonne und Mond, wenn sie am Horizont sind, für gröfser zu halten als wenn sie hoch am Himmel stehen.

A. Seebeck. Beiträge zur Physiologie des Gehör- und Gesichtssinnes.

In dieser lehrreichen Abhandlung, über deren akustischen Theil an einer anderen Stelle berichtet ist, beschreibt Herr Seebeck folgenden optischen Versuch:

„Legt man auf die rechte Seite eines Stereoscops von unten herauf bis über die Mitte des Gesichtsfeldes blaues Papier, von da aufwärts rothes, auf die linke umgekehrt von unten her bis über die Mitte roth, darüber blau, am besten die Papiere so grofs, dafs man aufser den Farben keine andere Gegenstände in den Spiegeln sieht, so zeigt das Instrument dem Beschauer einen Lilastreifen zwischen Blau und Roth, begreiflich, weil in der Mitte Blau des einen Auges mit Roth des andern, dagegen rechts Blau mit Blau und links Roth mit Roth zur Deckung kommt. Der Versuch läfst hier, wo neben der Mischungsfarbe ihre beiden Bestandtheile stehen, nicht den mindesten Zweifel. Wenn die Convergenz der Augenaxen schwankt, so wird dadurch der Lilastreifen breiter oder schmäler, das Hauptkennzeichen, woran sich dem Kundigen die subjektive Natur der Mischungsfarbe bemerklich macht."

Die Vereinigung der Farben im Stereoskope zur Mischungsfarbe wurde zuerst von Dove bekannt gemacht in den Monatsberichten der Berl. Akad. 1841. S. 251.

J. T. Silbermann. Versuch zur Erklärung der mit blofsem Auge sichtbaren Lichtbüschel im polarisirtem Lichte.

Hr. Silbermann sucht die Entstehung der Haidinger'schen Büschel zu erklären und kommt dabei zu folgenden Schlufssätzen:

1) Que la cornée transparente, la portion antérieure du crystallin comme sa masse tout entière, jouissent de la structure doublement refringente, et sont susceptibles de donner les couleurs ordinaires de la polarisation chromatique;

2) *Que la structure fibreuse rayonnée du crystallin nous offre un analyseur dont l'action doit s'exercer dans tous les sens possible, tout en laissant au centre un espace neutre, où la lumière du champ ne sera point analysée et, par suite, restera incolore;*

3) *Qu'il est possible que la structure également rayonnante cloisonnée et fibreuse de l'humeur vitrée, agisse de même que la structure du crystallin.*

Es sind dies Hypothesen und Erklärungsversuche, wie sie eben Jemandem einfallen, der die Polarisationserscheinungen, aber nicht das Auge kennt, nachdem ihn Pappenheim in der Anatomie der betreffenden Theile unterrichtet hat. Der Verfasser zieht möglichst viele Ursachen in Requisition, um wenigstens die wesentliche, wenn er auch nicht weifs, welche es ist, nicht auszulassen.

Was die doppelbrechenden Eigenschaften der Linse betrifft, so beruft er sich auf die Versuche von Brewster, die er aus eigener Erfahrung bestätigt. Ich mufs hierzu bemerken, dafs v. Erlach (Mikroskopische Beobachtungen über organische Elementartheile bei polarisirtem Lichte. Müller's Archiv für Anat. u. Physiol. 1847. p. 313) bei frischen Linsen von Kälbern und Meerschweinchen keine merkliche Doppelbrechung fand, und die Erfolge von Brewster von der Imbibition der Linsen mit Wasser herleitet. v. Erlach führt uns zugleich zu einer schärferen Auffassung des Haidinger'schen Phänomens, indem er zeigt, dafs die frische Linse wegen ihrer Schichtung die Polarisation durch oft wiederholte einfache Brechung zeigt, und dies wenigstens hinreicht, um die Erscheinung von ein paar hellen Büscheln auf dunklerem Grunde hervorzubringen, wenn wir uns auch über die Ursache der Farben immer noch keine entschiedene Auskunft geben können.

William Cumming. Ueber eine Lichterscheinung im Menschenauge.

Hr. Cumming zeigt, dafs auch die Augen der Menschen ähnlich wie die der Katzen und Hunde mit rothem oder gelblichem metallisch glänzenden Lichte leuchten können. Um dies Leuchten hervorzubringen giebt er folgende Vorschrift. „*Let the person whose eye is to be examined be placed at the distance of ten or twelve feet from a gas or other bright light, the rays of light must fall directly on his face; all rays passing laterally of his head must be intercepted by a screen placed half way between the light and the eye examined. If the reflection be bright, it will be at once seen from any spot between the light and the screen.* Ich sah im Winter 1846—1847 durch einen Zufall die Augen eines jungen Mannes leuchten. Nachdem ich hierdurch aufmerksam gemacht worden war, gelang es mir leicht, das Augenleuchten an Jedermann vermöge desselbigen Kunstgriffs zu sehen, dessen ich mich schon vor einigen Jahren mit Erfolg bei der Untersuchung des Augenleuchtens der Thiere bedient hatte (vergl. Anatomische Untersuchungen über die sogenannten leuchtenden Augen bei den Wirbelthieren von E. Brücke, Müllers Archiv J. 1845 p. 388) und da mir Hrn. Cummings Abhandlung damals noch nicht bekannt war, so beschrieb ich meine Beobachtungen in Müllers Archiv. 1847. p. 225.

Die Erscheinung ist lebhafter bei jungen Personen, als bei alten; was ihre Erklärung anbetrifft, so ergiebt sie sich unmittelbar aus dem, was ich früher über das Augenleuchten bei den Thieren, namentlich über das rothe Leuchten der Hundeaugen gesagt habe.

Tourtual. Beobachtungen an einem Auge mit einer seltenen Deformität der Pupille.

Hr. Tourtual hat einen Mann, dessen eine Pupille im erweiterten Zustande ein querliegendes Oval, im verengerten einen haarfeinen queren Spalt darstellte, zu einer Reihe von physiologischen Versuchen benutzt. Ein Theil derselben bezieht sich auf die ab-

weichende Form der Zerstreuungskreise, wegen welcher der Spielraum seiner deutlichen Sehweite für horizontale Linien viel grösser war, als für vertikale. Ein anderer Theil der Versuche bezieht sich auf die Axendrehung des Auges. Zu diesen wurden ausser dem besagten Individuum noch 10 andere mit gefleckter Iris benutzt. Die Ansichten des Verfassers weichen in einzelnen Beziehungen von denen von Hueck und von Ruete ab, ich bin aber nicht im Stande, die streitigen Punkte kritisch zu erörtern, da mir das Material zur Wiederholung der Versuche fehlt. Da ich überdies dieselben nicht, ohne unverständlich zu werden, im Auszuge wiedergeben kann, so muss ich den Leser auf die Abhandlung selbst verweisen.

Schliesslich habe ich noch über zwei eigene Arbeiten zu berichten. In der ersten derselben „über den *Musculus Cramptonianus* und den Spannmuskel der Chorioidea, Müllers Archiv für *Anat.* und *Physiol.* 1846 p. 370.“ habe ich gezeigt, dafs Crampton's *depressor corneae* der Vögel, nicht wie dieser Gelehrte glaubte, die Hornhaut abflacht, sondern vielmehr stärker wölbt, also das Auge für die Nähe accommodirt, und dafs die Menschen, die Säugethiere, die Vögel, die Schildkröten, die Krokodile und die Eidechsen einen eigenen Spannmuskel der Chorioidea besitzen. Ueber den Bau und die Wirkung dieses Muskels habe ich schon im Jahresberichte über 1845 p. 205 gesprochen. Die zweite Arbeit „über das Verhalten der optischen Medien des Auges gegen die Sonnenstrahlen“ schliefst sich an eine frühere Abhandlung „Ueber das Verhalten der optischen Medien des Auges gegen Licht und Wärmestrahlen, Müller's Archiv J. 1845 p. 262. Pogg. Ann. LXV, 593.“ In dieser Abhandlung hatte ich zu zeigen gesucht, dafs man um die Wahrnehmungen der Sinne mit der Theorie von der Identität zwischen Licht und Wärme in Einklang zu bringen, nicht nöthig hat der Nervenhaut mit Melloni eine ausschliefsliche Empfindlichkeit für Strahlen von der Wellenlänge Roth bis zur Wellenlänge Violet zuzuschreiben, sondern dafs sich die bekannten Thatsachen hinlänglich aus dem grossen Absorptionsvermögen für die Strahlen jenseit des Roth und jenseit des

Violet erklären. Im Jahre 1846 habe ich meine Versuche über diesen Gegenstand dahin ausgedehnt, daſs ich die Durchgängigkeit der optischen Medien des Auges für Strahlen aus den verschiedenen Theilen des Sonnenspektrums vermittelst eines vom Hrn. Prof. G. Karsten präparirten in hohem Grade lichtempfindlichen Papiers prüfte. Es zeigte sich hierbei, daſs die Wirkung an der Grenze des Violet plötzlich abnahm, und schon bei der Linie *M* des Draper'schen Spektrums unmerklich geworden war. Diese Versuche erklären vollständig die Lichtschwäche der Strahlen jenseit des Violet. Ich lieſs ferner von einem Loch im Fensterladen durch Hornhaut, Linse und Glaskörper, welche ich in ein dioptrisches System vereinigt hatte, ein Bündel Sonnenstrahlen auf eine Thermosäule fallen, welche mit einem Multiplicator verbunden war. Die Nadel wurde dadurch bei verschiedenen Versuchen 26° bis 30° abgelenkt. Nachdem ich aber das besagte dioptrische System auf beiden Seiten beruſst hatte, blieb sie unbeweglich, so daſs also diejenigen Strahlen, welche durch eine Ruſsschicht gehen, die optischen Medien des Auges nicht in hinreichender Kraft zu durchdringen vermochten, um noch auf das Thermoskop zu wirken.

Wie ich aus mündlicher Mittheilung des Hrn. Prof. G. Karsten erfahre, bringt Regnault in seinen Vorlesungen, den bis jetzt noch unsichtbaren Theil der Strahlen jenseit des Violet durch Abblendung des farbigen Spectrums zur Anschauung, und ist es Brewster gelungen, durch eine eigenthümliche Vorrichtung die dunkeln Strahlen jenseit des Roth dem Auge noch wahrnehmbar zu machen [1]. Diesen Erfolgen gegenüber fallen nicht nur alle Bedenken gegen die Identitätstheorie, sondern sie zeigen auch, daſs die Nervenhaut unseres Auges das empfindlichste aller bekannten Aktinoskope ist.

Dr. E. Brücke.

[1] Schon Seebeck spricht sich weitläufig darüber aus, daſs es einen Schein jenseit des Roth gebe, der ebenso wenig als der gleichzeitige jenseit des Violet von einem Fehler des Spectrums herrühre. Ueber die ungleiche Erregung der Wärme im prismatischen Sonnenbilde. Berlin 1820 p. 41 u. folg.

4. Chemische Wirkung des Lichtes.

Untersuchungen über die Veränderungen der Materie durch die chemischen Strahlen des Lichtes [1] (I.).

Mrs. M. Sommerville. On the action of the rays of the spectrum on vegetable juices. Phil. frans. T. 1846 pt. II. p. 111.*; Phil. mag. XXVIII. 66*; Inst. No. 642 p. 139*.

Schönbein. Einwirkung des Lichtes auf das Blutlaugensalz. Pogg. Ann. LXVII. 87*; Phil. mag. XXVIII. 211*; Arch. d. sc. ph. et nat. I. 204*.

Schönbein. Ueber den Einfluss des Lichtes, der Wärme und des Volta'schen Stromes auf das erste Salpetersäurehydrat. Erdm. u. March. XXXVIII. 85*.

A. Cahours. Rescherches relatives à l'action finale du chlore sur quelques éthers composés de la série méthylique sous l'influence de la radiation solaire. C. R. XXIII. 1070*.

B. Lewy. Recherches sur la composition des gaz que l'eau de mer tient en dissolution dans les différents moments de la journeé. Ann. d. ch. et. d. ph. XVII. 5*.

Einfluſs der Lichtstrahlen auf den elektrischen chemischen und Krystallisations-Proceſs (II.).

E. Millon. Mémoire sur la décomposition de l'eau par les métaux en presénce des acides et des sels. Arch. de l'él. V. 303*; Pogg. Ann. LXVI. 449*; C. R. XXI. 37*; (s. a. Berl. Ber. I. 477.).

Einfluſs des Lichtes auf das Keimen, Wachsen und die Farben der Pflanzen. (V.)

R. Hunt. Notices on the influence of light on the growth of plants. Rep. of the Brit. Ass. XVI. 33*; Inst. No. 670 p. 371*; Sillim. J. 1847 III. 112*; Athen. 1846.

Durand. Recherche et fuite de la lumière par les racines. C. R. XXII. 320; Inst. No. 634 p. 65.

J. Goldmann. Ueber die Pflanzenernährung. Pogg. Ann. LXVII. 125*; Berl. Gewbl. XVIII. 258*;

Matteucci. Quelques expériences sur la respiration des plantes. Arch. d. sc. ph. et nat. III. 115*; il Cimento Juli u. August 1846.

Fée. Mémoire physiologique et organographique sur la sensitive et les plantes dites sommeillantes. C. R. XXIII. 602*.

[1] Die bei den Ueberschriften eingeklammerten Ziffern und Buchstaben beziehen sich auf die im vorigen Jahresberichte (Berl. Ber. I. 226* ff.) gegebene Eintheilung der Litteratur.

Theorie der chemischen Lichtstrahlen. (VI.)

Lerebours. Du foyer chimique et du foyer apparent dans les objectifs du daguerréotype. C. R. XXIII. 634*.

Fizeau et Foucault. Influence des divers rayons du spectre dans les opérations photographiques. C. R. XXIII. 679*; Inst. No. 666 p. 235*; Arch. d. sc. ph. et nat. III. 137*.

Ed. Becquerel. Observations sur les expériences de MM. Foucault et Fizeau relatives à l'action des rayons rouges sur les plaques daguériennes. C. R. XXIII. 800*; Phil. mag. XXX. 214*.

Foucault. Remarques à l'occassion d'un mémoire lu par M. Ed. Becquerel concernant l'action chimique des diverses parties du spectre solaire. C. R. XXIII. 856*.

Von der Anfertigung der Lichtbilder. (VIII.)

Verbesserungen des Verfahrens (b.).

H. Hewett. Ueber die Anwendung des Ammoniaks in der Photographie. Pol. Notizbl. I. No. 5. p. 79*; Dingl. p. J. XCIX. 78*; Phil. mag. XXVII. 405*.

de Nothomb. Substance accélératrice. C. R. XXII. 742*; Inst. No. 644 p. 154*; Dingl. p. J. CI. 24*. Pol. Notizbl. I. No. 17. p. 269*.

Heeren. Ueber die Anwendung des Chlorjods in der Photographie. Dingl. p. J. CI. 14*.

R. J. Bingham. On an improvement in the daguerreotype process by the application of some new compounds of bromine chlorine and jodine with lime. Phil. mag. XXIX. 287*; London J. XXIX. 286*; Dingl. p. J. CII. 225*; Erdm. u. March. XXXIX. 211*.

Belfield Lefèvre et Foucault. Note sur un procédé qui permet de reproduire avec une égale perfection dans une image daguerienne les tons brillant et les tons obscurs du modéle. Inst. No. 667 p. 342*; C. R. XXIII. 713*; Dingl. p. J. CIII. 106*; Ann. d. ch. et d. ph. XIX. 124*; Phil. mag. XXX. 213*.

Niepce. Extension nouvelle des procédés de Mr. Daguerre. Quesn. rev. sc. XXVI. 255*.

Vervielfältigung der Daguerreschen Bilder (d.).

Breyière. Méthode pour copier les desseins photogénés. C. R. XXIII. 521*; Inst. No. 662 p. 302*; Quesn. rev. sc. XXVII. 263*.

Theorie des Daguerreschen Processes (e.).

A. Waller. (s. oben I. 2. p. 23.)

Lichtbilder auf Papier (2).

Cundell. On the gallo-nitrate of silver of Mr. Fox Talbot and its action upon jodized paper. Phil. mag. XXIX. 101*; Arch. d. sc. ph. et nat. III. 57*; Erdm. u. March. XXXIX. 235*; Dingl. p. J. CII. 227*; Rep. of pat. inv. 1846 p. 248*.

Horsley. Neues photographisches Papier. Pol. Notizbl. I. No. 4 p. 61*; chem. gaz. 1845 No. 62.

Blanquart-Evrard. Deux spécimens d'images photographiques sur papier. C. R. XXIII. 639*; Inst. No. 675 p. 411*.

Bayard. Photographie. C. R. XXIII. 1118*.

Praktische Benutzung der Lichtbilder (3.).

H. Collen. On the application of the photographic camera to meteorological registration. Phil. mag. XXVIII. 73*; Arch. d. sc. ph. et nat. I. 427*; Dingl. p. J. C. 171*.

Ronalds. Appareil photographique à registre. Inst. No. 687 p. 78*; No. 693 p. 121*; Athen. 1846; Phil. mag. XXX. 127*; Sillim. J. 1847 III. 428*.

B. Hunt. Report on the actinograph. Rep. of the Brit. Ass. XVI. 31*; Inst. No. 670 p. 370*.

Thomas. Mikroskopische Lichtbilder. Monatsber. d. Berl. Akad. 1846 p. 49*.

Mosersche Bilder etc. (IX.)

(s. I. 2 p. 22.) Riess. Waller. Prater.

Lichtbilder auf Eis. Pogg. Ann. LXVIII. 303*; Berl. Gewbl. XXI. 120*.

Mrs. M. Sommerville. Wirkung des Sonnenspectrums auf vegetabilische Flüssigkeiten.

Von dieser Untersuchung liegt nur ein kurzer Briefauszug vor. Die Verfasserin untersuchte die Wirkung des Spektrums, welches durch eine Flintglaslinse von 7½ Zoll Fokus condensirt, auf dickes, weifses, mit der zu untersuchenden Flüssigkeit befeuchtetes Papier fiel.

Die gelben und grünen Strahlen wirken auf vegetabilische Substanzen kräftig ein, und wie es scheint unabhängig von der Erwärmung in diesen Strahlen, da in den rothen Strahlen die Wirkung am schwächsten ist.

Die Wirkung des Spektrums zeigte sich in vielen Fällen dadurch, dafs isolirte Flecke in den verschiedenen Theilen des Spektrums auf dem Papiere hervorgebracht wurden, besonders in der Gegend der Strahlen von mittlerer Brechbarkeit. Durch Zusatz von Säuren, Alkalien oder verdünntem Alkohol zu dem Pflanzensafte wurde die Lage des maximi der Wirkung im Spektrum mitunter geändert.

Alles zusammengenommen, schliefst die Verfasserin, scheint die Wirkung in den verschiedenen Theilen des Spektrums eine sehr verwickelte zu sein.

C. F. Schönbein. Einwirkung des Lichts auf das gelbe und rothe Blutlaugensalz.

Wird das käufliche Kaliumeisencyanür in so viel Wasser gelöst, dafs die Flüssigkeit beinah farblos erscheint, uud setzt man diese dem Sonnenlichte aus, so wird sie rasch gelb, trübe und es setzt sich aus ihr eine röthlichgelbe Materie ab, die sich bei der Untersuchung als Eisenoxyd ergiebt.

Wird eine Cyanürlösung Tage lang von der Sonne beschienen, dann filtrirt und erhitzt, so scheidet sich ebenfalls Eisenoxyd aus.

Lässt man das Sonnenlicht auf eine nur theilweise mit Kaliumeisencyanürlösung gefüllte und verschlossene Flasche wirken, so zeigt sich beim Oeffnen derselben ein Geruch nach Blausäure.

Noch kräftiger wirkt das Sonnenlicht auf die Blutlaugensalzlösung ein, wenn man dieser mit Hülfe von Filtrirpapier oder Leinwand eine grosse Oberfläche giebt.

Leinwand, mit der Lösung des gelben Cyanürs getränkt, wurde 2 Tage der Sonne ausgesetzt, hierauf mit destillirtem Wasser übergossen und die Flüssigkeit erhitzt, wobei Eisenoxyd fiel, während die Lösung merklich alkalisch reagirte.

Hieraus scheint zu erhellen, dafs unter dem Einflufs des Lichts das gelbe Blutlaugensalz in Eisenoxyd, Kali und Blausäure zerfällt, und dabei eine Verbindung sich erzeugt, die sich mit starker gelber Farbe im Wasser löst.

Das rothe Cyanid zeigt ähnliche Erscheinungen, wenn auch in schwächerem Grade.

Von der bekannten Thatsache, dafs das erste Hydrat der Salpetersäure vom Sonnenlichte leicht zersetzt wird und hierbei

in Untersalpetersäure, Sauerstoff und Wasser zerfällt, giebt Hr. Schönbein eine gegen gewisse chemisch theoretische Ansichten gerichtete Erklärung, die indessen in Bezug auf die Wirkung der Lichtstrahlen nichts Neues enthält.

Nach Hrn. A. Cahours sollen sich Oxalsäure und Methylen, oder Ameisensäure und Methylen, mit trocknem Chlor in einer verschlofsnen Flasche dem Sonnenlichte ausgesetzt zu ätherartigen Verbindungen vereinigen.

Hr. Lewy hat das Wasser des Meeres und von stehenden Sümpfen auf den Gehalt an Gasen zu verschiedenen Zeiten des Tages untersucht, eine Arbeit, in der ihm neuerdings Morren vorangegangen war.[1] Er findet, dafs der Gehalt an Sauerstoff bei Tage gröfser ist als bei Nacht, der der Kohlensäure nimmt einen umgekehrten Gang. Der Unterschied zwischen Tag und Nacht ist nur unbedeutend beim Meerwasser, dagegen sehr grofs bei dem stehenden Sumpfwasser. Die Beobachtungstabellen des des Hrn. Lewy mitzutheilen, würde ohne Nutzen sein, da die Gasmengen je nach dem Gehalt des Wassers an organischen Substanzen stets verschieden sein werden.

Hr. Millon giebt an, dafs Metalle in Säuren und Salzlösungen leichter aufgelöst werden, wenn zur Flüssigkeit eine kleine Menge eines Metallsatzes hinzugefügt wird, und zwar soll die Auflösung bei Tageslicht weit besser als bei dessen Abhaltung vor sich gehen; ja sogar soll die fernere Lösung gehindert werden, wenn das Gefäfs, in dem der Procefs vor sich gehen sollte, längere Zeit gegen das Licht verwahrt wird.

Hr. Hunt zeigt an, dafs die Versuche über den Einflufs des Lichtes auf das Wachsthum der Pflanzen, von ihm fortgesetzt worden seien, dafs er aber keinen vollständigen Bericht darüber

[1] Ann. d. ch. et ph. I. 456*.

abstatten könne, da einige Versuchsreihen durch ein Hagelwetter verunglückt seien. Er zeigt indessen an, dafs alle Resultate, die er über diesen Gegenstand publicirt habe, ihre Bestätigung gefunden hätten. Diese Resultate sind in aller Kürze folgende.

Das Keimen der Pflanzen geschieht durch die aktinischen oder chemischen Strahlen (Hr. Hunt nimmt nämlich besonders solche Strahlen an, die dem brechbarsten Theile des Spektrums zugehören). Werden diese Strahlen von den Keimen zurückgehalten, während die leuchtenden Strahlen darauf wirken, so findet durchaus keine Keimung statt.

Sobald die ersten Blätter gebildet sind, müssen die leuchtenden Strahlen zu wirken beginnen, theils um die Holzfasern zu bilden, theils um das Chlorophyll zu erzeugen, was hauptsächlich durch die brechbareren grünen und die blauen Strahlen geschieht.

Zuletzt endlich müssen die Wärmestrahlen auf die Pflanzen wirken, um die Früchte zur Reife zu bringen.

Ueber die Art wie die gewifs sehr schwierig anzustellenden Versuche von Hrn. Hunt gemacht worden sind, erfahren wir nichts Näheres.

Aus dem Commissionsbericht über die Untersuchung des Hrn. Durand ist nichts für diese Blätter Passendes zu entnehmen, was nicht schon im vorigen Jahrgange (Berl. Ber. I. 284.) erwähnt worden wäre.

Hr. Goldmann hat einige Versuche angestellt, um über den Ursprung des Sauerstoffs, den grüne Pflanzenblätter im Lichte entwickeln, Aufschlufs zu erhalten. Die Resultate der Versuche scheinen der Ansicht des Hrn. Goldmann eine Stellung zwischen den von Schultz und Grischow ausgesprochenen Meinungen anzuweisen (s. Berl. Ber. I. 283). Hr. G. schliefst nämlich: 1) dafs grüne Pflanzenblätter in kohlensäurehaltigem Brunnenwasser mehr Sauerstoff entwickeln als in Auflösungen von sauren Salzen, Säuren etc.; 2) dafs die Sauerstoffmenge um so gröfser ist, je mehr Kohlensäure das Wasser enthält; 3) dafs die grünen

Pflanzenblätter mit Hülfe des Lichts fähig sind organische Säuren, Zucker etc. zu zersetzen und dadurch Sauerstoff zu entwickeln.

Hr. Matteucci erklärt sich in seinen Beobachtungen über die Respiration der Pflanzen gegen Schultz. Er kommt zu folgenden Schlüssen:

1) In den meisten Fällen hat die grüne Materie der Blätter nicht die Eigenschaft, die Kohlensäure unter dem Einflusse des Sonnenlichtes zu zersetzen.
2) Alles was die Struktur der Blätter verändert, verändert auch die Respiration derselben.
3) Die Respiration wird auch modificirt, wenn man so viel als möglich die in den Blättern enthaltene Luft entfernt.
4) Ein grofser Theil des Stickstoffs, der zugleich mit dem Sauerstoff unter dem Einflusse des Lichtes von den Blättern entwickelt wird, ist nicht dem Stickstoff der in den Blättern enthaltenen atmosphärischen Luft zuzuschreiben.

Die Arbeit des Hrn. Fée über den Einflufs des Lichtes auf die Mimosen liegt dem Gebiet der Physik zu fern, wir können aus ihr nur im Allgemeinen den von Hrn. Fée unter verschiedenen Umständen constatirten Einflufs des Tageslichtes und Nichteinflufs des künstlichen Lichtes entnehmen.

Von einer Untersuchung des Hrn. Lerebours über die chemischen Strahlen erhalten wir durch einen leider sehr kurzen Commissionsbericht in den C. R. Kenntnifs.

Es ist von vielen Physikern beobachtet worden, dafs der Fokus für die leuchtenden Strahlen in der *camera obscura* nicht mit dem für die am stärksten chemisch wirkenden übereinstimmt. Hr. Lerebours hat nun eine Linsencombination construirt, bei welcher solche Fokusverschiedenheit nicht stattfindet. Auf welche Weise er dies erreicht, ist nicht gesagt, wahrscheinlich aber dadurch, dafs er die Gläser nicht für die Linie *D* des Fraunhofer'schen Spektrums achromatisirte, sondern für eine

im brechbareren Theile des Spektrums liegende, wo dann freilich das sekundäre Spektrum für das Auge sehr sichtbar werden mufs, was aber für den Zweck des Instrumentes durchaus keinen Nachtheil hat. Hr. Voigtländer in Wien hat schon früher derartige Linsencombinationen ausgeführt.

Hr. Lerebours ist ferner zu einem Resultate gekommen, welches die verzögernde Wirkung der weniger brechbaren Strahlen für den photographischen Process nachzuweisen scheint. Bilder nämlich, die auf Daguerreotypplatten bei weifsem Lichte erzeugt wurden, waren nicht so scharf und deutlich als die, welche unter übrigens ganz gleichen Umständen bei blauem, indigo oder violettem Lichte entstanden.

Durch diese kurze Bemerkung veranlafst machte Hr. Foucault in seinem und Hrn. Fizeau's Namen der Paris. Akad. eine Mittheilung über denselben Gegenstand, die sie andeutungsweise der Akademie schon am 9ten December 1844 in einem verschlossenen Packete übergeben hatten.

Die Herren Foucault und Fizeau liefsen bei ihren Versuchen das Licht einer Lampe so lange auf eine erst jodirte und dann bromirte Platte einwirken, dafs sich dieselbe in den Quecksilberdämpfen mit einer gleichförmigen weifsen Schicht überzogen haben würde. Bevor sie jedoch die Platte den Dämpfen aussetzten, liefsen sie das Sonnenspektrum darauf fallen. Wurde die Platte hierauf den Quecksilberdämpfen ausgesetzt, so bemerkte man deutlich zwei verschiedene Theile des Spektrums. Auf der einen Seite vom Orange bis zu den äufsersten chemischen Strahlen hatte eine starke Ablagerung der Dämpfe stattgefunden, auf der Seite der weniger brechbaren Strahlen dagegen, und zwar weit über das Roth hinaus, war durchaus keine Ablagerung der Dämpfe zu bemerken. Diese Strahlen hatten also die Wirkung der Lampe neutralisirt, und die Herren Foucault und Fizeau nennen daher ihre Wirkung eine negative im Gegensatz zur positiven der brechbaren Strahlen.

Verändert man die Zeitdauer, mit welcher das Spektrum auf die Platte wirkt, so ändert sich die Lage für das Maximum der negativen Wirkung. Aufserdem bemerkt man, dafs zwischen den entschieden positiv und entschieden negativ wirkenden Strah-

len, eine Classe von Strahlen existirt, die bald den einen bald den andern Einflufs haben, je nach ihrer Intensität oder der Dauer ihrer Einwirkung. Diese Strahlen, welche besonders im Orange ihre Stelle haben, wirken negativ, wenn sie schwach sind, oder kurze Zeit einwirkten, im entgegengesetzten Falle geben sie ein positives Resultat.

Dies ist der Hauptinhalt der kurzen vorläufigen Mittheilung der Herren Foucault und Fizeau, welcher sie bald die ausführliche Beschreibung ihrer Versuche nachfolgen lassen wollen.

Gegen diese Beobachtungen erhob sich bald darauf Hr. Ed. Becquerel, welcher mit Recht in ihnen eine Gefahr für seine Ansicht der fortsetzenden Strahlen (*rayons continuateurs*) erblickt, warnt die Herren Foucault und Fizeau unter Anführung einiger Versuche vor dem täuschenden Urtheil über negative und positive Wirkung, und führt aufserdem mit Erwähnung eines Versuches von Herschel an, dafs die Beobachtungen der genannten Herren als mit vermischten Substanzen (Jod und Brom) angestellt keine reine Resultate liefern könnten.

Die Herren Foucault und Fizeau erwiedern hierauf Hrn. E. Becquerel ganz richtig, er möge doch mit seiner Kritik warten, bis ihre Untersuchung vollständig bekannt gemacht sei, und theilen ihm die interessante Nachricht mit, dafs sie die Unhaltbarkeit der Ansicht von den *rayons continuateurs* durch neue Versuche nachweisen werden.

Ziemlich zahlreich sind im Jahre 1846 die Vorschläge über die Praxis, d. h. über die Anfertigung der Lichtbilder auf Daguerreotypplatten wie auf Papier, und über die Benutzung des photographischen Verfahrens zu andern Zwecken.

Hr. W. H. Hewett empfiehlt die Anwendung von Ammoniak in der Photographie. Setzt man zu Wasser einige Tropfen starken Aetzammoniaks und setzt die jodirten und bromirten Platten einige Sekunden den Dämpfen dieser Flüssigkeit aus, so soll die Empfindlichkeit der Platten gegen das Licht auf erstaunliche Weise gesteigert werden.

Bei einigen Controllversuchen habe ich diese Wirkung nicht

bemerken können. Wohl aber ist es vortheilhaft, wenn man eine *camera obscura* von Holz hat, diese von Zeit zu Zeit mit Ammoniak auszuwaschen wie Knorr angegeben hat. Vielleicht hat Hr. Hewett hölzerne Rahmen zur Aufnahme der Platten, wo dann die Anwendung des Ammoniaks zur Neutralisirung des vom Holze aufgenommenen Brom und Jod ganz vortheilhaft wirken kann. Die Empfindlichkeit der Jod- und Brom-Schicht selbst, scheinen mir dagegen die Ammoniakdämpfe entschieden nicht zu steigern, obwohl in einer Notiz von Hrn. de Nothomb dieses Mittel ebenfalls empfohlen wird.

Hr. Heeren giebt eine ausführliche Beschreibung von der Bereitung eines flüssigen Chlorjods an, welches er als ein sehr beständiges Präparat für die Herstellung der empfindlichen Schicht auf Daguerreotopplatten empfiehlt.

Mit Uebergehung der Einleitung, in welcher Hr. Heeren die Mängel der anderweitig vorgeschlagenen beschleunigenden Substanzen auseinandersetzt, komme ich sogleich zu seiner Vorschrift das Chlorjod zu bereiten.

Zu 100 Gran vollkommen trockenem Jod setze man 200 Gran verdünnte Schwefelsäure (1 Theil Säure und 5 Theile Wasser). Hierzu leitet man trocknes Chlorgas bis die Gewichtszunahme 66 Gran beträgt. Bei den Wägungen soll die äufserste Genauigkeit angewendet werden.

Das erhaltene Chlorjod bildet eine Flüssigkeit von dunkelorangegelber Farbe und mufs in einem Gläschen mit gut schliefsendem Glasstöpsel an einem dunkeln Orte aufbewahrt werden. Dies concentrirte Chlorjod wird vor dem Gebrauche mit der 32fachen Menge Wasser verdünnt; es hat dann zuerst eine goldgelbe Farbe, die nach einigen Stunden dunkel orange wird, und erst dann ist die Flüssigkeit zu benutzen.

Um stets dieselbe Concentration der Flüssigkeit zu haben, giebt Hr. Heeren folgendes Mittel an. Man bereitet sich eine Normalflüssigkeit durch Auflösen von 1 Thl. doppelt chromsaurem Kali in 150 Theilen destillirtem Wasser, dann soll in Gläsern von 1½ Zoll Durchmesser die Normalflüssigkeit und die verdünnte

Chlorjodlösung genau dieselbe Farbe haben. Wird die Farbe der letzteren zu hell, so stellt man ihre Zusammensetzung wieder her, indem man etwas alkoholische Jodtinktur hinzusetzt.

Man setzt die sorgfältig polirte Platte den Dämpfen der Chlorjodlösung ohne vorhergehende Jodirung so lange aus, bis die empfindliche Schicht eine röthlich violette Farbe erlangt hat.

Allen Denen, welche sich mit der Anfertigung von Lichtbildern beschäftigt haben, ist es eine bekannte unangenehme Erfahrung, dafs durch die Anwendung des Bromes im Bromwasser als beschleunigender Substanz, zu Zeiten ein Schleier über dem Bilde verursacht wird. Man hat deswegen verschiedene Methoden vorgeschlagen um das Brom ohne die Gegenwart von Wasserdämpfen auf die Platten zu bringen, ohne indessen ein praktisches Mittel zu finden. Hr. Bingham giebt nun an, dafs die Verbindungen von Kalk mit Brom, Chlorjod und Jod dem Zwecke vollkommen entsprechen. Er setzt Kalkhydrat den Bromdämpfen einige Stunden lang aus, wodurch es eine scharlachrothe Farbe erhält. Chlorjoddämpfe färben das Kalkhydrat tiefbraun. Auch Chlor und Brom, oder Chlorjod und Brom vereinigt, geben mit Kalkhydrat ein gutes Präparat. Hr. Bingham setzt die polirten Platten zuerst den Chlorjoddämpfen so lange aus, bis sie eine hellgelbe Farbe erhalten haben, und legt sie dann über eine der beschriebenen Kalkhydratverbindungen. Bei Anwendung des Bromkalks sind am ersten Tage etwa 10 Sekunden, an den folgenden jedesmal einige Sekunden mehr erforderlich, um den Platten das Maximum der Empfindlichkeit mitzutheilen.

Um den eben erwähnten Bromschleier auf den Daguerreotypbildern zu vermeiden, empfehlen die Herren B. Lerebours und Foucault die jodirte Platte dreimal so lange den Bromdämpfen auszusetzen, als sie bis zum Zustande der höchsten Empfindlichkeit nöthig haben würde. Ein kleiner Ueberschufs in der Zeit soll hierbei von geringem Einflusse sein. Auf so präparirten Platten sollen nach der Angabe der beiden Herren die Bilder zwar langsamer entstehen, als wären die Platten in der einfachen

Zeit bromirt, aber die Details der abgebildeten Gegenstände sollen viel bestimmter hervortreten.

Unter dem Titel: „Neue Ausdehnung des Daguerreschen Processes" findet sich am oben erwähnten Orte eine Ankündigung von Hrn. Niepce über ein neues Verfahren, eine Gravirung, eine Lithographie etc. zu copiren. Das Verfahren selbst ist noch ein Geheimnifs.

Hr. Beuvière beschreibt eine Methode, die er zum Copiren von Daguerreotypbildern in Anwendung gebracht hat. Läfst man ein Lichtbündel von einem solchen Bilde reflektiren, so werden die reflektirten Strahlen auf einem Schirme das Bild in der Weise darstellen, dafs die Lichter dunkel, die Schatten hell erscheinen, weil die Schatten eines Daguerreotypbildes spiegelnd sind, während die Lichtpartien die Lichtstrahlen absorbiren. Ueberzieht man daher den Schirm mit einem gegen die Lichtwirkung empfindlichen Papiere, so wird auf diesem wieder ein Bild entstehen, in dem Schatten und Licht auf die richtige Weise vertheilt sind. Diese Methode, welche Hr. Beuvière versucht hat, ist natürlich sehr unvollkommen, besonders da sie eine vollkommene Ebenheit der Daguerreotypplatte, von der die Copie genommen werden soll, voraussetzt.

Die von Fox Talbot zur Erzeugung photographischer Bilder auf Papier angewandte Flüssigkeit, eine Mischung von einer Lösung des salpetersauren Silberoxyds in Wasser, mit Gallussäure und Essigsäure, zersetzt sich sehr leicht, nachdem sie auf das Papier gebracht worden ist, auch ohne dafs das Licht darauf gewirkt hat. Hr. Cundell giebt nun an, dafs man dieser freiwilligen Zersetzung vorbeugen könne, ohne der Empfindlichkeit der Flüssigkeit Eintrag zu thun, wenn man diese mit dem 10fachen Wasser verdünnt. Dagegen soll diese Lösung in der von Fox Talbot angegebnen Concentration angewendet werden um die Bilder nach dem Aussetzen in der *camera obscuru* zu entwickeln.

Hrn. Horsley's neues photographisches Papier, welches zum Copiren der negativen Bilder dienen soll, wird auf folgende Weise zubereitet.

Das Papier wird zuerst in einer Auflösung von Kochsalz oder Salmiak in destillirtem Wasser (1 Theil Salz 60 Theile Wasser) getränkt, und dann getrocknet. Sodann wird eine Seite desselben mit einer Flüssigkeit bestrichen, die aus 36 Theilen Salmiakspiritus, 12 Theilen salpetersaurem Silberoxyd und 1 Theil Korksäure zusammengesetzt ist; und wiederum vor dem Einbringen in den Copirrahmen getrocknet.

Fixirt werden die Bilder, indem man das Papier zuerst einige Minuten lang in Wasser legt, zu dem einige Tropfen Salmiakspiritus hinzugesetzt sind, es dann in einer Auflösung von unterschwefligsaurem Natron in Wasser (1 Theil Salz 6 Theile Wasser), und endlich in reinem Wasser abwäscht.

Hr. Blanquart-Evrard überreichte der Pariser Akademie zwei Lichtbilder auf Papier, die obgleich unter ähnlichen Umständen gemacht, doch beträchtlich an Intensität verschieden sind. Er zeigt an, dafs diese Verschiedenheit beliebig hervorzubringen sei, beschreibt jedoch sein Verfahren nicht.

Ebenso ist die Methode des Hrn. Bayard, Lichtbilder auf Papier anzufertigen, vom Verf. noch nicht beschrieben worden.

Die praktische Benutzung der chemischen Wirkung des Lichtes, namentlich zur Registrirung von Instrumenten, hat im Jahre 1846 einige wesentliche Fortschritte gemacht, welche nicht mehr bezweifeln lassen, dafs diese Registrationsmethode bald die wirkliche Beobachtung in vielen Fällen mit Vortheil wird ersetzen können.

So haben sich die Herren Collen und Ronalds der *camera obscura* bedient, um die Angaben von verschiedenen meteorologischen Instrumenten zu registriren, wodurch sie sehr nette Resultate erzielt haben. Auf einer im *Phil. mag.* angehängten Kupfertafel sind z. B. die Angaben eines Volta'schen Elektro-

meters im Laufe von 9 Stunden registrirt, mit grofser Schärfe zu sehen. Hr. Ronalds legte der *Brit. Ass.* einen Band solcher photographisch registrirter meteorologischer Beobachtungen vor, die auf dem Observatorium zu Kew von ihm und Hrn. Collen gemacht worden waren, und die Anwendbarkeit ihrer Methode für barometrische, thermometrische, magnetische und atmosphärisch-elektrische Versuche beweisen.

Weniger brauchbar scheint der von Hrn. Hunt construirte, schon im vorigen Jahresberichte (Berl. Ber. I. 297.) beschriebene Apparat, der Aktinograph zu sein, der dazu bestimmt ist, die Lichtintensität zu verschiedenen Zeiten des Tages und Jahres anzugeben.

Diese Intensität soll nach der verschiedenen Färbung, welche das photographische Papier erhält, beurtheilt werden, was begreiflicherweise und wie auch aus dem Berichte des Hrn. Hunt hervorgeht, mit bedeutenden Schwierigkeiten verbunden ist.

Hr. Thomas übersandte der Berliner Akademie mikroskopische Lichtbilder, welche der Beschreibung nach einen ziemlichen Grad der Vollendung erlangt hatten. Eine nähere Beschreibung des Verfahrens von Hrn. Thomas ist nicht angegeben.

In Pogg. Ann. ist eine alte Nachricht aus Molbech's Gesch. d. K. Dänischen Gesellschaft der Wissenschaften mitgetheilt, nach welcher Gram, der Stifter dieser Gesellschaft, auf den gefrornen Fensterscheiben einer stillstehenden Kutsche ein sehr genaues Bild der davor liegenden Gegend beobachtete.

Dr. G. Karsten.

5. Optische Instrumente und Apparate.

F. A. Nobert. Ueber die Prüfung und Vollkommenheit unserer jetzigen Mikroskope. Pogg. Ann. LXVII. 173*.

Barfuss. Ueber die Construktion zusammengesetzter Mikroskope. Pogg. Ann. LXVIII. 88*.

B. Powell. Nouveau micromètre à image double. Inst. No. 648. p. 190*.

Hermes. Miroirs coniques. C. R. XXIII. 1040*.

Steinheil. Ueber Beobachtungsmittel zur Erkennung des Ganges der Uhren, insbesondere über das Passage-Prisma. Dingl. p. J. XCIX. 104*; Bair. K. und Gewbl. 1846 p. 3; (s. a. Jahresb. 1845 p. 298*).

Steinheil. Optisch aräometrische Bierprobe in ihrer neusten vereinfachten Form. Dingl. p. J. XCIX. 358*; Bair. K. und Gewbl. 1846 p. 4*.

Soleil. Nouvel appareil d'optique. Inst. No. 678. p. 434*; C. R. XXIII. 1155*.

Lawson. Sur un nouvel oculaire coloré et un nouveau mode de contracter l'ouverture des objects des télescopes. Inst. No. 682. p. 33*.

Das photoelektrische Mikroskop der Herren Donné und Léon Foucault. Dingl. p. J. C. 101*; Bull. d. l. soc. d'enc. 1845 p. 393*.

F. A. Nobert. Ueber die Prüfung und Vollkommenheit unserer jetzigen Mikroskope.

Bisher hatte man sich im Allgemeinen begnügt, zur Feststellung der Güte eines Mikroskops sehr fein gezeichnete Gegenstände, wie sie die Natur liefert, zu beobachten und daher war es immer schwer von zwei Mikroskopen, welche man nicht zusammen der Prüfung unterwerfen konnte, das beste zu bestimmen. Herr Nobert hat nun auf Glas zehn verschiedene Gruppen feiner Linien gezogen von:

0‴,001000
0, 000857
0, 000735
0, 000630

0''',000540
0, 000463
0, 000397
0, 000340
0, 000292
0, 000225

Entfernung der einzelnen Linien jeder Gruppe. Je nachdem nun ein Mikroskop eine feinere Gruppe zeigt, steht es natürlich höher im Werthe. Herr Nobert hat indessen durch kein Instrument die Gruppe der 4000tel Linien getrennt sehen können.

Am Ende des Aufsatzes schlägt der Herr Verfasser vor, die Beleuchtung der Objecte durch concentrirte parallele Strahlen zu bewirken. Es wird nämlich eine kleine Linse zwischen Spiegel und Object angebracht; nicht wie häufig schon geschieht, um die Strahlen welche vom Spiegel kommen mehr zu verdichten, sondern die Linse befindet sich in einer Entfernung vom Spiegel, die der Summe der Brennweiten beider gleich ist, so dafs man hinter der Linse parallele Strahlen erhält.

Den von Barfuss gemachten Vorschlag zu einem Corrections-Linsenpaar, um die sphärische Abweichung zu vermindern, hat Herr Nobert in der Ausführung nicht bestätigt gefunden.

Barfuss. Ueber die Construction zusammengesetzter Mikroskope.

Nach der Construction des Herrn Verfassers soll die Kronglaslinse des Objectivs gleichseitig sein, die Flintglaslinse genau dagegen passen und die andre Seite, die dem Objecte zugewendete, so geschliffen, dafs die Linse achromatisch wird; sie erhält einen grofsen Halbmesser. Um aber die sphärische Abweichung fortzubringen, soll im Körper des Mikroskops ein Linsenpaar angebracht werden. Es besteht gänzlich aus Kronglas, das eine planconvex das andere planconcav. Die planen Flächen beider Linsen sind vom Objective weggewendet. Diese Correctionslinse gewährt Vortheile, die auf anderem Wege sich schwerlich erreichen lassen werden. Sie hebt sehr grofse Abweichungen, doch nur

solche, bei welchen die Strahlen am Rande eher mit der Axe zusammen treffen als die Centralstrahlen. Ein Objectiv von 1 Zoll Brennweite aus den gewöhnlichen Glassorten nach obiger Maxime ausgeführt, wird eine Correctionslinse von 9 bis 12 Linien Krümmung in etwa 20‴ Abstand vom Objective erfordern, wenn das Bild 10 Zoll vom Objective abstehen soll.

Dem Hrn. Verfasser ist vom Hrn. Nobert dagegen bemerkt worden, daſs bei seinen Versuchen die Correctionslinse keine besonderen Dienste hat leisten wollen. Da nun aber wahrscheinlich die Objectivlinsen des Hrn. Nobert nicht eben die oben benannte Eigenschaft besitzen, die Randstrahlen eher mit der Axe zusammen fallen zu lassen als die Centralen, so räth Herr Barfuss an, die Correctionslinse für diesen Fall umzukehren; alsdann sind aber kleinere Krümmungshalbmesser erforderlich.

B. Powell. Neues Mikrometer mit doppeltem Bilde.

In der Mitte des Strahlenkegels der vom Objective zum Oculare geht, befindet sich ein planparalleles Glas in halbkreisförmiger Gestalt, es ist von auſsen drehbar und so gestellt, daſs auf Null nur ein Bild zu sehen. Bei einiger Drehung wird sich das Bild in der Drehungsebene verlängern, bis zwei vollkommne Bilder getrennt erscheinen. Durch diese einfache Vorrichtung läſst sich leicht jedes Fernrohr in ein Heliometer-Fernrohr verwandeln.

In der Bemerkung des Hrn. Hermes wird vorgeschlagen, die conischen Spiegel zur Anwendung für concentrirte parallele Strahlen zu bringen.

Steinheil. Ueber Beobachtungsmittel zur Erkennung des Ganges der Uhren insbesondere über das Passage-Prisma.

Nachdem der Herr Verfasser mehrere Mängel des Dipleidoskops von Dent herausgestellt, geht er zur Beschreibung eines von ihm erfundenen Instruments, welches er Passage-Prisma

nennt. Es besteht aus einem kleinen rechtwinkligen Glasprisma mit einfacher Befestigung. Es scheint in der That viel einfacher und noch weniger kostspielig zu sein als das Dent'sche Instrument, obgleich dieses schon keinen hohen Preis hat. Doch zu genaueren, besonderen Beobachtungen, wozu Hr. Steinheil dieses Instrument vorschlägt, gehören Untersuchungen über die Fehlerquellen und ihre Bestimmung oder Elimination, auch einige Abänderungen des Apparats, welche in Schumacher's astronomischen Nachrichten und in den Münchener gelehrten Anzeigen gegeben werden sollen.

Steinheil. Optisch-aräometrische Bierprobe in ihrer neusten vereinfachten Form.

Statt der zwei Flächen, welche die parallelen Wände des Gefäfses bilden, sind gleich die beiden Flächen des Objectivs und des Fadenträgers benutzt. Statt des Apparates zur Correction des Werthes der Schraubengänge ist das Mittelglas, welches die zwei Prismen bildet, drehbar. Nach Vollendung der Instrumente wird durch diese Drehung, die die Brechungswinkel der Prismen ändert, bewirkt, dafs alle Instrumente bei derselben Flüssigkeit denselben Zahlenwerth an der Trommel angeben.

Durch diese Vereinfachungen ist es möglich geworden, den Apparat gegen früher bedeutend billiger herzustellen, doch wird man nicht vergessen, dafs ein Mikroskop-Mikrometer-Apparat, welcher keine $\frac{1}{1000}$ Linie fehlen darf, nicht um eine Kleinigkeit hergestellt werden kann.

Hr. Soleil legt der Pariser Akademie einen von ihm gefertigten Apparat vor. Er ist bestimmt, die von v. Wrede angegebenen Interferenzstreifen zu zeigen, welche entstehen, wenn zwei Lichtquellen von der ersten und zweiten Oberfläche einer Glimmerlamelle, die in Form eines Cylinders gebogen ist, zurückgeworfen werden.

Lawson. Ueber ein neues gefärbtes Okular.

Aus der Kürze des Aufsatzes läfst sich die Einrichtung nicht vollständig klar machen. Es ist wohl darüber etwas Näheres zu erwarten.

Das photo-elektrische Mikroskop der Hrn. Donné und Léon Foucault.

Das Mikroskop der Herren Donné und Foucault unterscheidet sich bis auf den Beleuchtungs-Apparat nicht wesentlich von den bereits bekannten. Für die Beleuchtung ist nun folgendes in Anwendung gebracht:

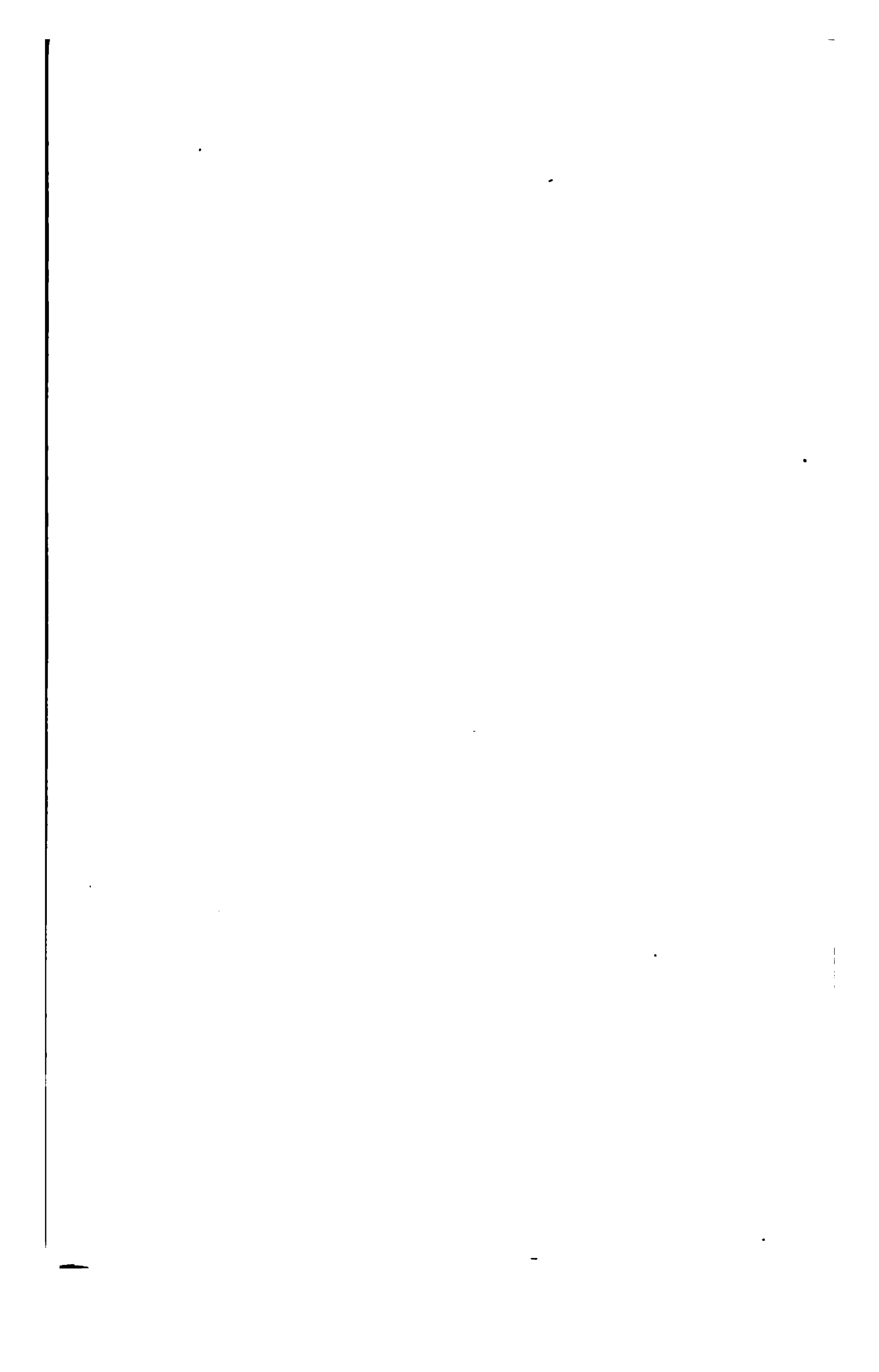
1) Anwendung von Kohlenprismen statt der bisherigen Kohlenkegel, damit sie in der ganzen Länge, in welcher sie weifsglühen müssen, einen gleichen Querschnitt darbieten.
2) Vornahme des Processes an freier Luft und nicht im luftleeren Raume, nicht einmal in geschlossenem Gefäfs mit parallelen Seiten.
3) Anwendnng der sogenannten Gaskohle.
4) Unausgesetztes Ausgleichen des Kohlenverbrauchs.
5) Sammeln des so erzeugten Lichts mittelst eines Hohlspiegels.
6) Mäfsigung der Wärme durch das Durchgehen des Lichts durch Alaunauflösung.
7) Einschliefsen der weifsglühenden Kohlen in ein der Luft sehr zugängliches Gefäfs, damit kein anderer Strahl, als die zur optischen Wirkung beitragenden, sich nach aufsen verbreite.
8) Erzeugung des Stroms mittelst einer Bunsenschen Batterie von wenigstens 60 Paaren.
9) Regulirung des Stroms durch einen aus zwei dreieckigen, in schwach angesäuertes Wasser getauchten Platinblechen bestehenden Regulator.

Herr Fizeau theilte im *Bull. d. l. soc. d'enc.* 1845 S. 393 die Versuche, welche er mit Hrn. Foucault angestellt hat mit, und bestimmt die Intensität des elektrischen Lichts, wenn das der Sonne gleich 1 ist, gleich $\frac{2}{5}$ und das des Gasgebläses $= \frac{1}{140}$.

Halske.

Vierter Abschnitt.

Wärmelehre.



1. Wärmeentwicklung durch chemische Verbindungen.

ABRIA. Note sur la chaleur dégagée dans la combustion de l'hydrogène et du phosphore par le chlor. C. R. XXII. 372*; Inst. No. 635, p. 76*; Arch. d. sc. nat. I. 313.

FAVRE et SILBERMANN. Recherches sur la chaleur dégagée dans les combinaisons chimiques. C. R. XXII. 483*; Inst. No. 637 p. 92*; Arch. d. sc. nat. I. 437*.

GERHARDT. Remarques sur une communication de MM. FAVRE et SILBERMANN relative à la chaleur dégagée dans les combinaisons chimiques. C. R. XXII. 680*.

FAVRE et SILBERMANN. Note en réponse à une réclamation de Mr. GERHARDT relative à la chaleur dégagée dans les combinaisons chimiques. C. R. XXII. 714*.

— — Recherches sur la chaleur dégagée dans les combinaisons chimiques. C. R. XXII. 823*; Inst. No. 646 p. 172*; Arch. d. sc. nat. II. 181*.

— — Recherches sur les chaleurs produites pendant les combinaisons chimiques.. C. R. XXII. 1140*; Inst. No. 652, p. 223*; Arch. d. sc. nat. II. 405*.

V. REGNAULT. Remarques à l'occasion de cette communication. C. R. XXII. 1143*.

FAVRE et SILBERMANN. Chaleurs produites pendant les combinaisons et décompositions chimiques. Inst. No. 654 p. 241*.

— — Recherches sur les chaleurs produites pendant les combinaisons chimiques. C. R. XXIII. 199*; Inst. No. 656, p. 255*; Arch. d. sc. nat. II. 408*.

— — Recherches sur les chaleurs produites pendant les combinaisons chimiques. C. R. XXIII. 411*; Inst. No. 660 p. 286*; Arch. d. sc. nat. III. 45*.

Um die bei chemischen Verbindungen erzeugte Wärme zu messen haben im verflossenen Jahre 1846 die Herren ABRIA, FAVRE und SILBERMANN Versuche angestellt.

Hr. ABRIA hat namentlich die Wärme zu bestimmen versucht, welche bei Verbrennung von Wasserstoff und Phosphor in Chlor erzeugt wird.

Ein Litre trocknes Wasserstoffgas von 0° Wärme entwickelt bei seiner Verbrennung in trocknem Chlor 2151 Wärmeeinheiten im Mittel von fünf übereinstimmenden Versuchen. Um dieses Resultat zu bestätigen, verbrannte Hr. ABRIA eben so viel trocknes Wasserstoffgas in feuchtem Chlor, indem er zugleich für einen Ueberschufs an flüssigem Wasser Sorge trug. Vier Versuche ergaben 3455 Wärmeeinheiten. Auf der andern Seite bestimmte er direkt diejenige Menge Wärme, welche salzsaures Gas, wenn es vom Wasser absorbirt wird, frei macht. Er fand 392 Wärmeeinheiten auf 1 Grm. Säure, d. i. auf zwei Litre des Gases 1304 Wärmeeinheiten. Die Summe von 2151 Wärmeeinheiten, welche bei Bildung der gasförmigen Säure entwickelt werden, und 1304 Wärmeeinheiten, die sich bei Condensation dieser Säure durch Wasser entwickeln, ist 3455. Dies ist genau so viel als der direkte Versuch ergeben hat.

Wenn sich ein Litre Wasserstoff mit Sauerstoff verbindet, so entwickeln sich bekanntlich 2629 Wärmeeinheiten. Diese Zahl verhält sich zu der, welche die Wärmemenge ausdrückt, die bei der Verbindung einer gleichen Menge Wasserstoff mit Chlor entwickelt wird, wie 10 : 8.

Ein Grm. Phosphor entwickelt, wenn er in Chlor bis zur Bildung von $P\,Cl^5$ verbrannt wird, nach Hrn. ABRIA's Versuchen 3199 Wärmeeinheiten. Bei Bildung der Phosphorsäure erzeugen sich daraus 5669 Wärmeeinheiten. Das Verhältnifs dieser Zahlen ist nicht dasselbe, wie das derjenigen, welche bei Verbindung von Wasserstoff mit Chlor und Sauerstoff gefunden sind.

Sollte nicht der Grund dieser Differenz nur den verschiedenen Aggregatzuständen der zu verbrennenden Körper und der Produkte der Verbrennung zu suchen sein?

Umfassender sind die Arbeiten von Favre und Silbermann in diesem Felde.

Diese stellten sich zuerst die Aufgabe, diejenige Wärme zu ermitteln, welche bei Verbrennung von Körpern von der Zusammensetzung n (C^2H) und den von ihnen abgeleiteten Verbindungen und von einigen Körpern, deren Formel $C^{10}H^8$ ist, entwikkelt wird.

Ihre Methode, so wie die zu den Versuchen angewendeten Apparate sind dieselben, welche sie zu den im vorjährigen Jahresberichte besprochenen Versuchen angewendet haben. Leider ist auch bis jetzt noch nicht eine genauere Beschreibung derselben bekannt geworden. Doch erwähnte ich schon dort, dafs der Hauptunterschied ihrer Methode von der ihrer Vorgänger darin besteht, dafs sie nicht direkt die zu verbrennende Substanz, sondern das Produkt der Verbrennung wogen und hieraus auf die Quantität der verbrannten Substanz zurückschlossen.

Ihre Resultate stellen sie in folgender Tabelle zusammen:

	Calorie's.
Paramylen	11491
Amylen	11303
Kohlenwasserstoff (Kochpunkt 180° C.)	11262
Ceten	11117
Metamylen	10928
Holzgeist	5304
Alkohol	7183
Kartoffelfuselöl	8959
Aethal	10600
Schwefeläther	9027
Amyloxyd	10188
Ameisensäure	1712
Essigsäure	3405
Buttersäure	5623
Valeriansäure	6439
Aethalsäure	9316
Stearinsäure	9716
Acetre	7320
Cetin? (Aldéhyde éthalique)	10342

	Calorie's.
Aldéhyde stéarique	10500
Ameisens. Methyloxyd	4197
- Aethyloxyd	5187
Essigs. Methyloxyd.	5342
- Aethyloxyd.	6300
Butters. Methyloxyd	6776
- Aethyloxyd	7096
Valerians. Methyloxyd.	7376
- Aethyloxyd	7835
Essigsaures Amyloxyd.	7971
Valerians. Amyloxyd	8544
Terpenthinöl	10874
Citronenöl	10959
Tereben	10663

Aus diesen Resultaten ziehen die Herren FAVRE und SILBERMANN folgende Schlüsse, ohne ihre Begründung weiter zu motiviren.

1) Der Kohlenstoff und Wasserstoff, welche übrig bleiben, wenn in den Verbindungen, die auch Sauerstoff enthalten, dieser mit Wasserstoff als Wasser austretend gedacht wird, giebt in diesen Verbindungen nicht eben so viel Wärme, als er im freien Zustande geben würde.

2) Die einfachen Aetherarten sind nicht die Hydrate des correspondirenden Kohlenwasserstoffs.

3) Der Amylalkohol (das Kartoffelfuselöl) allein würde der Ansicht entsprechen, dafs die Alkohole die Bihydrate der entsprechenden Kohlenwasserstoffe wären.

4) Die für die Alkohole gefundenen Zahlen lassen zu, sie für die Hydrate der Aether zu halten.

5) Die zwei Aetherarten, Schwefeläther und Amyläther gaben beim Verbrennen höhere Zahlen, als die entsprechenden Alkoholarten.

6) Die zusammengesetzten Aetherarten, die mit einigen der untersuchten Verbindungen isomer sind, geben andere Verbrennungswärme als diese. Nur die isomeren Aceton und valeriansaure Methyloxyd haben nahe gleiche Verbrennungswärme.

7) Die Calorie's der Kohlenwasserstoffe der Formel $n(C^2H)$ vermindern sich bei der Erhöhung der Exponenten der Formel, und stehen in arithmetischer Progression mit ihrer Ordnung. Jeder Kohlenwasserstoff, der einmal C^2H mehr enthält als ein anderer, entwickelt 37,5 Calorie's weniger als dieser.

8) Das ölbildende Gas, welches die Zahl 11900 gegeben hat, erhebt sich um so viel über diese Linie, als der Wärme entspricht, welche nöthig sein würde, es zu verflüchtigen, wenn es bei dem Versuche im flüssigen Zustande angewendet wäre.

9) Man kann sonach die Calorie's, welche bei Verbrennung der einzelnen flüchtigen Kohlenwasserstoffe entwickelt werden, nach der Formel $11678{,}5 - \frac{n \cdot 37{,}5}{2}$ bestimmen, worin 11678,5 die Zahl ist, welche ein Grm. der hypothetischen Mischung von zwei Aequivalenten Kohlenstoff und einem Aequivalent Wasserstoff, beide im flüssigen Zustande erzeugt.

10) Die Anzahl Calorie's, welche die von den verschiedenen Kohlenwasserstoffen auf gleiche Weise abgeleiteten Körper beim Verbrennen entwickeln, bilden hyperbolische Kurven.

Da die Verfasser nicht entwickelt haben, wie sie zu den unter 2, 3, 4 angeführten Schlüssen gelangt sind, so ist es auch nicht möglich, die Richtigkeit oder Unrichtigkeit derselben zu beurtheilen. Jedoch ersieht man schon bei der oberflächlichen Betrachtung, dafs sie nur mit Hülfe von Hypothesen zu diesen Schlüssen haben gelangen können, dafs dieselben daher nicht in die Reihe derer gehören, welche sich unmittelbar aus den Versuchen ableiten liefsen.

Eben so wenig, wie ich den Verfassern hier beistimmen kann, ist es mir möglich einzusehen, wie aus ihren Versuchen der Beweis für die Existenz isomerischer Modifikationen der Elemente, die sich durch gröfseres Volumen und gröfsere Verbrennungswärme auszeichnen sollen, hervorgehen könne.

Eine andere Arbeit der Herren Favre und Silbermann enthält die bei Verbrennung der verschiedenen Modifikationen des Schwefels erhaltenen Resultate.

Interessant erscheint diese Arbeit besonders deshalb, weil diese Körper nur durch ihre Crystallform und gewisse physische

Eigenschaften, nicht aber durch ihre chemische Zusammensetzung sich von einander unterscheiden. Die Verfasser hofften in der Verschiedenheit der Verbrennungswärme derselben Gründe für jene verschiedenen physikalischen Eigenschaften aufzufinden.

Die Herren Favre und Silbermann fanden, dafs fast alle Arten Schwefel (der durch Schmelzen krystallisirte, aber mehrere Jahre alte; der weiche, drei Monat alte; der aus Schwefelkohlenstoff krystallisirte; der des polysulfure d'hydrogène [Schwefelmilch?] und der krystallisirte natürliche aus Sicilien) gleiche Zahlen lieferten, nämlich 2220 Calorie's im Mittel. Frisch durch Schmelzen krystallisirter Schwefel gab dagegen im Mittel 2263,9 Calorie's, also beinahe 44 Calorie's mehr, und weicher Schwefel 2257,6, also nahe eben so viel, wie der frisch durch Schmelzen krystallisirte.

Bei der Verbrennung des Schwefelkohlenstoffs erhielten die Herren Favre und Silbermann im Mittel 3400,4 Calorie's. Die Elemente desselben für sich würden 3145,3 Calorie's geben. Die vereinigten Elemente geben also 255,1 Calorie's mehr.

Die Verfasser werden durch dieses unerwartete Resultat auf eine schon früher von ihnen angedeutete eigenthümliche Ansicht geleitet. Sie glauben, dafs gleich wie eine Verdoppelung der Atome sämmtlicher Elemente einer Combination grofse Veränderungen in den Eigenschaften derselben hervorbringen kann, und namentlich, wie sie es z. B. bei einigen isomeren Kohlenwasserstoffarten gefunden haben, die Menge der bei ihrer Verbrennung entwickelten Wärme bedeutend modificiren könne, auch die Elemente selbst ähnliche Modifikationen erleiden können, wie sie es beim Schwefel direkt nachgewiesen haben. Sie halten es für möglich, dafs, gleich wie die Kohlenwasserstoffe C^5H^4 zu einmal, zweimal, dreimal etc. dieser Formel sich mit einem Aequivalent eines andern Stoffs verbinden können, dies auch mit den Elementen geschehen könne. So möchten sie z. B. die Verbindungen von einem Aequivalent Metall mit 1, 2, 3 Atomen Schwefel oder Sauerstoff nicht für Verbindungen mit so viel Aequivalenten, sondern mit einem, aber so viel mal gröfseren Aequivalent Schwefel oder Sauerstoff betrachten.

Es führt dies nothwendig auf dieselbe Annahme von isome-

rischen Modifikationen der Elemente, welche schon in dem ersten diesjährigen Aufsatze der Verfasser auftritt. Allein in sofern liefert uns diese Arbeit nichts Neues; denn wir kannten schon die isomerischen Modifikationen des Schwefels vor Bekanntmachung derselben. Das Neue, was dieser Arbeit entnommen werden kann, ist einzig das, dafs die isomerischen Modifikationen des Schwefels auch durch verschiedene Verbrennungswärme sich unterscheiden.

Unbegründet oder wenigstens zu wenig begründet ist jedoch ohne Zweifel der Schlufs der Verfasser, wonach aus ihren Versuchen mit dem Schwefelkohlenstoff folgen soll, dafs bei der Bildung dieser Verbindung ein dédoublement, wie sie es nennen, der Elemente, Statt finde.

Ich will nur darauf aufmerksam machen, dafs die von den Herren Favre und Silbermann aufgefundene Thatsache aufser durch eine Wärmeabsorption bei der Bildung des Schwefelkohlenstoffs, gegen deren Möglichkeit a priori nichts eingewendet werden kann, auch noch dadurch erklärt werden kann, dafs bei Verbrennung des flüssigen Kohlenstoffs und Schwefels, wie sie im Schwefelkohlenstoff enthalten sind, allerdings mehr Wärme entwickelt werden kann, als bei Verbrennung einer der darin enthaltenen Menge gleichen Quantität festen Schwefels und Kohlenstoffs. Denn in diesem Falle wird schon eine gewisse Menge Wärme verbraucht, um diese beiden Körper in den flüssigen Zustand überzuführen, welchen sie in Form des Schwefelkohlenstoffs schon inne haben.

Eine folgende Abhandlung der Herren Favre und Silbermann betrifft die Verbrennung der Kohle im Stickstoffoxydulgase. Bekanntlich geschieht diese Verbrennung wie im Sauerstoffgase, nur mit etwas geringerem Glanze. Wenn Kohle im Sauerstoffgase verbrannt wird, so entwickeln sich nach den früheren Versuchen von Favre und Silbermann auf jedes Grm. Kohle 8080 Calorie's, während bei seiner Verbrennung im Stickstoffoxydulgase 10841 Calorie's erzeugt werden. Die Herren Favre und Silbermann schliefsen hieraus, dafs, indem der Sauerstoff sich mit dem Stickstoff verbindet, er sein Volumen unter bedeutender Wärmeabsorption verdoppelt (*se dédouble*), und dafs erst, wenn

diese Veränderung des Sauerstoffes, gleichsam die Bildung einer isomerischen Modifikation desselben, geschehen ist, die Verbindung desselben, mit dem Stickstoff zu Stickstoffoxydul vor sich gehen kann.

Es ist unbegreiflich, weshalb die Herren Favre und Silbermann zu einer so künstlichen Hypothese ihre Zuflucht nehmen, um die gröfsere Wärmeentwicklung bei Verbrennung von Kohle im Stickstoffoxydulgase zu erklären. Oder ist es denn so absolut sicher, dafs bei keiner chemischen Verbindung Wärme gebunden, also auch bei keiner chemischen Zersetzung Wärme frei werden könne? Ich sollte meinen, die Verfasser hätten aus ihren Versuchen eben das schliefsen müssen, dafs nämlich bei Zersetzung des Stickstoffoxyduls Wärme frei wird. Allein die Herren Favre und Silbermann scheinen dies gleich wie etwas absurdes von sich zu weisen. Sogar das scheint ihnen unbegreiflich, dafs sich zwei Körper ohne Wärmeentwickelung verbinden können, wie sie es beim Silberoxyd gefunden haben, das bei seiner Zersetzung nur eben so viel Wärme absorbirt (41 Calorie's) als die darin enthaltene Menge Sauerstoff braucht, um in den gasförmigen Zustand übergeführt zu werden. Statt dessen nehmen sie an, dafs die Elemente des Silberoxyds, ehe sie sich verbinden, ihr Aequivalent verdoppeln, wobei sie Wärme absorbiren, und dafs bei der nun folgenden Verbindung beider gerade eben so viel Wärme wieder sich entwickelte!

Um alle die Resultate der Verbrennungsversuche zu vergleichen, welche die Herren Favre und Silbermann zur Ermittelung der Verbrennungswärme verschiedener Körper angestellt haben, sahen sie sich genöthigt, zwei neue Versuchsreihen anzustellen über die specifische und latente Wärme derjenigen Körper, welche sie zu ihren Versuchen benutzt haben. Sie beschreiben zunächst den dazu angewendeten Apparat.

Dieser besteht aus einem Ballon, dessen Durchmesser einen Decimetre beträgt. Er ist mit Quecksilber gefüllt und hat drei Tubuli, einen seitlichen und zwei obere. Im ersteren ist ein kupfernes mit Bleioxyd beschlagenes Rohr eingekittet, das im In-

nern nach dem Boden des Ballons geneigt ist. Dieses Rohr dient zur Aufnahme der Substanzen, welche condensirt oder erkaltet werden, oder freiwillig verdunsten sollen.

Einer der beiden andern Tubuli dient dazu, dem Quecksilber Raum zum Ausfliefsen zu bieten, wenn es sich bei dem Versuche ausdehnt. Diese Menge Quecksilber kann so gewogen oder durch ein Thermometerrohr gemessen werden. Der dritte Tubulus endlich nimmt einen Stempel auf, durch welchen die Quecksilbermenge, welche im Ballon enthalten ist, für die verschiedenen Versuche regulirt werden kann.

Bei den Versuchen selbst wurde in das kupferne Rohr, in welches die zu untersuchenden Substanzen gebracht wurden, etwas Quecksilber gegossen, um die Wärmeleitung zu befördern.

Um die latente Wärme der Dämpfe zu bestimmen, wird in das Innere des kupfernen Rohrs ein tarirtes anderes kupfernes mit Bleioxyd beschlagenes Rohr gebracht, welches zur Aufnahme und zur Wägung der condensirten Dämpfe dient.

Hat man es mit Körpern zu thun, die bei sehr niedriger Temperatur flüchtig sind, z. B. mit schwefliger Säure, so bringt man sie im flüchtigen Zustande in ein Glasröhrchen eingeschlossen in das Rohr, und öffnet dann die nach aufsen gekehrte eingefeilte Spitze. Durch den Gewichtsverlust des Rohrs läfst sich die Menge der verdunsteten Flüssigkeit bestimmen.

Um die specifische Wärme eines Körpers zu finden, bringt man ihn in einem passenden Rohre auf eine bestimmte Temperatur, schliefst ihn dann in dem kupfernen Rohre ein und mifst die Ausdehnung, welche das Quecksilber nach Ausgleichung der Temperatur erfahren hat.

Auch die latente Schmelzungswärme der Körper kann auf einfache Weise durch diesen Apparat bestimmt werden.

Einen ganz entsprechenden Apparat hat übrigens Regnault schon vor fünf Jahren empfohlen.

Mittelst dieses Calorimeters haben die Herren Favre und Silbermann eine Reihe von Versuchen ausgeführt, bei welchen sie jedoch bald einsahen, dafs die Wärme durch das Gewicht des aus dem Apparat ausfliefsenden Quecksilbers zu bestimmen, höchst

unsicher ist, weil es schwer ist zu bestimmen, wann das Instrument sich nicht mehr veränderte.

Sie verwarfen daher diese Methode, und ihre Versuche sind deshalb mit einem Apparate angestellt, der die Messung der Wärme nach dem Volumen des Quecksilbers gestattete.

Um die Güte dieser Methode der Bestimmung der latenten Wärme zu prüfen, machten die Verfasser einen Versuch mit Wasserdampf. Sie fanden die Zahlen 535,77 und 537,18, welche der von Regnault gefundenen 536 sehr nahe liegen. Sie schliessen daraus auf eine hinreichende Genauigkeit ihrer Methode.

Zunächst bestimmten sie die specifische und latente Wärme zweier Kohlenwasserstoffe von verschiedenem Kochpunkt. Sie fanden dieselben fast gleich

		spec. W.	lat. W.
Kohlenwasserstoff { dessen Kochpunkt	205°	0,49385	59,90
- -	250°	0,49680	59,70

Ihre übrigen Resultate stellen die Verfasser in folgender Tabelle zusammen.

	spec. W.	lat. W.
Alkohole.		
Holzgeist	0,67127	263,86
Alkohol	0,64490	208,31
Fuselöl	0,58728	121,37
Aethal.	0,51600	58,44
Aetherarten.		
Schwefeläther . .	0,50342	91,11
Amyloxyd . . .	0,52117	69,40
Säuren.		
Ameisensäure . .	0,60401	120,72
Essigsäure . . .	0,50822	101,91
Buttersäure . . .	0,41420	114,67
Valeriansäure . .	0,47857	103,52
Zusammengesetzte Aetherarten.		
Essigäther . . .	0,48344	105,80
Butters. Methyloxyd	0,49176	87,33

ätherische Oele von der Formel C^5H^4.

	spec. W.	lat. W.
Terpenthinöl . . .	0,46727	68,75
Tereben	0,52409	67,21
Citronenöl . . .	0,50233	70,02

Dr. W. Heintz.

2. Physiologische Wärmeerscheinungen.

Fr. Nasse. Verbrennung und Athmen, chemische Thätigkeit und organisches Leben. Bonn 1846 bei Weber.*

R. Rigg. Expériences relatives á la température animale. Inst. No. 679 p. 4*; Proc of the roy. soc. 1846.

Die Kenntnifs der physiologischen Wärmeerscheinungen hat in dem Jahre 1846 keine wesentlichen Fortschritte gemacht. Nur der Vollständigkeit wegen ist zu erwähnen die Abhandlung von Fr. Nasse Verbrennung und Athmen, chemische Thätigkeit und organisches Leben. Dieselbe enthält eine Zusammenstellung und Discussion aller bisher über diesen Gegenstand bekannt gewordenen Versuche, als deren Resultat der Verfasser zu finden meint, es sei nicht wahrscheinlich, dafs die thierische Wärme von den chemischen Processen herrühre, sondern vielmehr von dem Drucke, welchem das Blut im Herzen und die Muskeln bei ihrer Contraction ausgesetzt seien (!). Dann hat Hr. R. Rigg, der schon früher durch Versuche an verschiedenen Thieren sich zu beweisen bemüht hat, dafs im thierischen Organismus Wasserstoff und Sauerstoff in Kohlenstoff verwandelt

werde, ähnliche Versuche an Menschen angestellt, und da ihm die Verbrennungswärme des Kohlenstoffs nicht als hinreichend zur Erklärung der thierischen Wärme erscheint, vermuthet er, daſs der gröſste Theil derselben bei der Erzeugung des Kohlenstoffs entwickelt werde (!).

Dr. Helmholtz.

---

3. Wärmeleitung.

Hearn. On the permanent state of heat in a thin uniform wire of any form, acted on by two sources of heat of equal intensity at its extremities. Phil. mag. XXIX. 22. *

In dieser Abhandlung berechnet Hr. Hearn auf Grund der von Fourier aufgestellten Principien die Wärmeverhältnisse, welche in einem Metalldrahte stattfinden, wenn derselbe an seinen Endpunkten zu gleichen Temperaturen erhitzt wird.

Er gelangt dabei zu folgenden Resultaten:

1) Bezeichnet man mit v und v' die Temperaturen, welche an 2 beliebigen, um die Länge des Drahtes von einander abstehenden Punkten stattfinden; mit $t_2 = \sin\alpha$ die auf der Mitte des Drahtes hervorgebrachte Temperatur unter der Bedingung, daſs die an den Enden des Drahtes erzeugte = 1 ist, so findet annähernd die Gleichung statt: $vv' = \frac{1}{4} t_2^2 \cot \frac{1}{2}\alpha$, d. h. das Produkt aus den Temperaturen der bezeichneten Punkte ist annähernd constant. Es ist hierbei vorausgesetzt, daſs keiner dieser Punkte einem Ende des Drahtes zu nahe liegt.

2) Sind s und s' die Entfernungen zweier Punkte des Drahtes, von denen s beliebig und $s' = am$ dadurch bestimmt wird, daſs a als die ganze Drahtlänge und m durch die Gleichung

$$(tg\,\Theta)^{\frac{1-2m}{1-2n}} = tg(\tfrac{1}{4}\pi - \Theta)$$

gegeben ist, worin $n = \frac{s}{a}$ und $tg\,\Theta = (tg\frac{1}{2}a)^{1-2n}$, und sind alsdann v und v' die Temperaturen der durch s und s' bezeichneten Punkte, so ergiebt sich die Gleichung

$$\frac{1}{v^2} + \frac{1}{v'^2} = \frac{1}{t_2^2},$$

d. h. die Summe der reciproken Werthe der Quadrate dieser Temperaturen ist constant. Dieser Satz ist in aller Strenge als richtig zu betrachten.

Anstatt einen Draht an seinen beiden Endpunkten zu gleichen Wärmegraden zu erhitzen, könnte man ihn auch zu einem Kreise zusammenschliefsen und die Vereinigungsstelle Einer Wärmequelle aussetzen.

Es wäre zu wünschen, dafs die von Hrn. HEARN theoretisch abgeleiteten Sätze auch empirisch bestätigt würden.

Dr. H. Knoblauch.

---

4. Specifische und latente Wärme.

PERSON. Sur la chaleur latente. C. R. XXIII. 162*; Inst. No. 655, p. 247*; Pogg. Ann. LXX. 300.

PERSON. Note sur la loi qui règle la chaleur latente de vaporisation. C. R. XXIII. 524*; Inst. No. 662, p. 302*; Pogg. Ann. LXX. 386*.

PERSON. Loi qui règle la chaleur latente de fusion; détermination du zéro absolu et de la chaleur totale des corps. C. R. XXIII. 336*; Inst. No. 659, p. 277*. Pogg. Ann. LXX. 302*.

PERSON. Solution d'un problème sur la fusion des alliages. C. R. XXIII. 626*; Inst. No. 665, p. 325*.

PERSON. Ueber die latente Verdampfungswärme.

Im Jahre 1843 hatte Hr. PERSON in der Pariser Akademie eine Abhandlung gelesen, worin er für die latente Verdampfungs-

wärme ein Gesetz aufstellte, wonach sie für jedes Atom verschiedener Körper von gleichem Kochpunkte gleich ist, und bei den übrigen Körpern der Reihe ihrer Kochpunkte folgt.

Hr. Person belegte dieses Gesetz durch vier von Despretz, und durch zehn von ihm selbst gemachte Bestimmungen. Jetzt sucht er es durch die neuen Bestimmungen der latenten Wärme und der Kochpunkte, welche von Favre und Silbermann gemacht sind, zu bestätigen [1].

Er berechnet daraus folgende Zahlen als der latenten Verdampfungswärme der Atome der folgenden Körper entsprechend

	Kochpunkt.	Latente Wärme.	
		für 2 Volumen des Dampfs.	der Gewichtseinheit.
Schwefeläther	35,6	421,3	91,1
Holzgeist	66,5	527,7	263,8
Essigäther	74,0	582,0	105,8
Alkohol	78,4	598,8	208,3
Butters. Methyloxyd . .	93,0 (?)	556,5	87,3
Wasser	100	603,0	536,0
Ameisensäure	100	694,0	120,7
Amyloxyd	113,0	685,0	69,4
Essigsäure	120,0	382,0	101,9
Fuselöl	132,0	606,8	121,4
Terpenthinöl	156,0	584,0	68,7
Tereben.	156,0	571,0	67,2
Citronenöl	165,0	595,0	70,0
Buttersäure	164,0	632,0	114,9
Valeriansäure	175,0	660,0	103,5
Kohlenwasserstoff ($C^{12}H^{12}$)	198,0	629,0	59,9
Kohlenwasserstoff ($C^{15}H^{15}$)	255,0	783,0	59,7
Aethal	360,0 (?)	884,0	58,4

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, daſs in der That im Allgemeinen Hrn. Persons Gesetz bestätigt wird. Allein einige Ausnahmen finden sich dennoch vor. Hr. Person bezeichnet als solche besonders die Essigsäure, Buttersäure, Ameisensäure, das Terpenthinöl, Citronenöl, Tereben.

[1] Compt. rend. XXIII. p. 411.

Bei der Essigsäure und Buttersäure sucht er die Abweichungen dadurch zu erklären, dafs beim Verdampfen eines Atoms derselben nicht vier Volumina Dampf bilden, wie seit den Untersuchungen von Cahours und Bineau bekannt ist, sondern bei der Essigsäure zum Beispiel nur 2,5 Volumina, während bei stärkerer Hitze es endlich vier Volumina Dampf bildet. Da aber obige Zahlen mit der Annahme berechnet sind, dafs vier Volumina einem Atom entsprechen, so mufste das Resultat der Rechnung falsch sein. Berechnet man z. B. die latente Wärme der Essigsäure mit dieser Correction, so findet man sie gleich 611,0, was nicht mehr dem obigen Gesetze entgegen ist.

Aehnliche Correctionen fehlen noch für die Buttersäure und das buttersaure Methyloxyd.

Die Divergenz bei der Ameisensäure erklärt sich durch die Unreinheit der von Favre und Silbermann bei ihren Versuchen angewendeten Säure. Sie enthielt noch Wasser.

Die drei ätherischen Oele zeigen eine nicht unbeträchtliche Anomalie, allein wenn die von Despretz gefundene Zahl für die latente Wärme der Gewichtseinheit Terpenthinöl mit 76,8 als die richtigere angenommen wird, so verschwindet die Anomalie für dieses Oel ganz. Hr. Person vermuthet, dafs auch bei den beiden anderen ätherischen Oelen ein gleicher Fehler bei der Bestimmung ihrer specifischen Wärme vorgefallen sein möchte.

Person. Ueber die latente Wärme beim Schmelzen.

Schon vor einiger Zeit hatte Hr. Person der Pariser Akademie eine Tabelle überliefert, welche die Schmelzpunkte, die beim Schmelzen latent werdende Wärme und die specifische Wärme von dreizehn verschiedenen Körpern enthielt. Diese Tabelle war folgende:

		Latente Wärme der Gewichtseinheit.
Zinn mit dem Schmelzpunkt . . .	235°	14,3
Wismuth	270	12,4

[1] Compt. rend. XXIII. 162; Inst. No. 655, p. 247.

Blei	332°	5,15
Zink	423	27,46
d'Arvet'sches Metallgemisch ($Pb^2Sn^2Bi^2$)	96	5,96
$PbSn^2Bi$	145	7,63
Phosphor	44,2	4,71
Schwefel	115	9,175
salpeters. Natron	310,5	62,98
- Kali	339	46,18
phosphors. Natron ($\dddot{P}\dot{N}a^2 + 25\dot{H}$)	36,4	54,65
Chlorcalcium $ClCa + 6\dot{H}$	28,5	45,79
gelbes Wachs	62	43,51

Specifische Wärmen.

	Temperaturen, zwischen denen die spec. Wärme bestimmt wurde.		spec. W.
Zinn	340	240	0,061
Wismuth	370	280	0,035
Blei	440	340	0,039
d'Arvet'sches Metallgemisch	300	136	0,036
Dasselbe	136	107	0,047
Dasselbe	80	14	0,060
Dasselbe	50	12	0,049
$PbSn^2Bi$	330	143	0,046
Phosphor	100	50	0,212
Schwefel	147	120	0,235
salpeters. Natron	430	330	0,413
- Kali	435	350	0,344
phosphors. Natron	79	44	0,758
Dasselbe	2	—20	0,454
Chlorcalcium	127	100	0,519
Dasselbe	100	60	0,628
Dasselbe	60	31	0,358
Dasselbe	28	4	0,647
Dasselbe	2	—26	0,406
Bienenwachs	102	66	0,54
Dasselbe	58	42	1,72
Dasselbe	42	26	0,79

Bienenwachs	26 — 6°	.	0,52
Dasselbe	2 — —20	.	0,39
Eis	0 — —30	.	0,505

Zugleich gab Hr. Person an, dafs er ein Gesetz aufgefunden habe, welches dazu dienen könne, die beim Schmelzen fester Körper latent werdende Wärme zu berechnen, ohne jedoch dieses Gesetz selbst der Oeffentlichkeit zu übergeben. In dem vorliegenden Aufsatze behandelt er diesen Gegenstand umständlicher.

Zunächst beleuchtet er die erwähnte Tabelle mit einigen Bemerkungen. Namentlich zeigt er, wie ungenau die früheren Schmelzpunktsbestimmungen sind. Beim Schwefel, dessen Schmelzpunkt früher zu 110° angegeben wurde, findet er den Grund dieser zu niedrigen Angabe (er fand 115°) darin, dafs man zu starke Hitze beim Schmelzen desselben angewendet hatte. Es mufste sich dadurch etwas des beim schnellen Abkühlen des geschmolzenen Schwefels weich bleibenden Schwefels bilden, und dadurch ist einfach der von früheren Beobachtern gefundene niedrigere Schmelzpunkt zu erklären.

Auch die Schmelzpunkte der Metalle werden in den Lehrbüchern bedeutend unter ihrem wahren Werthe angegeben.

	frühere Angaben.		Person.
Zinn .	210°, 213°, 230°	.	235°
Wismuth	256°, 283°	.	270°
Blei . .	260°, 322°, 334°	.	332°
Zink . .	360°, 370°	.	423°

Die beim Schmelzen latent werdende Wärme ist nur für das Eis einigermafsen genau bekannt. Die anderen Angaben, welche sich in den Lehrbüchern finden, sind durchaus unrichtig. Approximative von Gay Lussac in seiner Vorlesung gegebene Zahlen kommen der Wahrheit viel näher.

Wenn man obige Tabelle der latenten Schmelzungswärme verschiedener Körper betrachtet, so findet man, dafs sie weder den Temperaturen proportional sind, noch dafs sie, wie man vermuthet hat, im umgekehrten Verhältnifs der Atomgewichte der Körper stehen. Hr. Person fand dagegen, dafs sie von den

Schmelzpunkten und von der specifischen Wärme der Körper abhängig ist. Er stellt folgende empirische Formel dafür auf:

$$(160+t)\delta = l.$$

t bedeutet den Schmelzpunkt, δ die Differenz der specifischen Wärme der festen und der flüssigen Substanz, l die latente Wärme derselben.

Zur Bestätigung dieser empirischen Formel hat Hr. Person folgende Tabelle entworfen, worin er die direct gefundenen Zahlen mit den berechneten vergleicht.

	Latente Wärme	
	berechnet	gefunden
Wasser	79,20	79,25
ClCa + 6Ḣ	43,60	45,79
P̈Na² + 25Ḣ	59,70	54,65
Phosphor	4,76	4,71
Schwefel	5,08	9,18
N̈Ṅa	63,52	62,98
N̈K̇	52,39	46,18

Allein einige Stoffe scheinen von vorn herein dieses Gesetz nicht zu bestätigen.

Hr. Person führt zunächst das Wachs an. Die specifische Wärme desselben im flüssigen Zustande fand er nämlich geringer als im festen. δ würde danach negativ werden, also auch l. Es scheint daher in diesem Falle seine Formel zu einem absurden Resultate zu führen. Allein Hr. Person hat gefunden, dafs die specifische Wärme des festen Wachses mit der Temperatur abnimmt, so dafs während sie bei $+58^{\circ}$ etwa gleich der des Wachses ist, sie zwischen $+2$ und -20° constant, gleich 0,39 wird. Ueber $+2^{\circ}$ hinaus steigt sie allmälig. Man mufs also 0,39 als die specifische Wärme des festen Wachses betrachten, und unter dieser Voraussetzung giebt die Rechnung ein mit dem Versuche nahe übereinstimmendes Resultat. Aehnlich verhält es sich mit dem Phosphor, jedoch tritt hier diese Erscheinung weniger deutlich hervor. Es scheint übrigens, als wenn sie mit der Eigenschaft dieser Körper, beim Erkalten nur allmälig ganz starr zu werden, zusammenhängt.

Was nun die Metalle betrifft, so findet man, dafs die latente Schmelzungswärme derselben der Kraft proportional ist, mittelst welcher ihre Moleküle zusammengehalten werden, d. h. mit den Elasticitätscoëfficienten oder mit den Maafsen für ihre Zähigkeit.

Die specifische Wärme der flüssigen Metalle ist fast gar nicht von der der festen verschieden. Die Differenz beider, also in obiger Formel δ wäre daher gleich Null. Danach müfste auch die latente Schmelzungswärme gleich 0 sein, was aber durch den Versuch nicht bestätigt wird.

Um jedoch dieses Resultat seines Versuchs mit der Formel übereinstimmend zu machen, oder vielmehr um den Widerspruch beider zu lösen, stellt Hr. Person folgende Betrachtung an. In der Formel $(160+t)\delta = l$ ist $\delta = C-c$, wenn C die specifische Wärme des flüssigen, c die des festen Körpers ist. Es ist also

$$(160+t)(C-c) = l \quad \text{oder}$$

$$c+\frac{l}{160+t} = C.$$

Daher ist die specifische Wärme des flüssigen Körpers gleich der Summe der des festen und des Quotienten aus der Anzahl der Temperaturgrade, welche das Thermometer vom absoluten Nullpunkte an gerechnet, welchen Hr. Person bei $-160°$ C, wie später zu erwähnen, annimmt, in die latente Wärme.

Hr. Person stellt sich nun hiernächst vor, dafs, wenn es möglich wäre bis $-160°$ einen Körper flüssig zu erhalten, der eigentlich bei höherer Temperatur fest zu werden pflegt, bei jedesmaliger Abnahme seiner Temperatur um $1°C$ $\frac{l}{160+t}$ mehr Wärme aus demselben entfernt würde, als wenn er im festen Zustande um eben so viel erkaltete. Er ist sogar der Ansicht, dafs der Zustand des Festwerdens der Körper nur zufällig, und dagegen der flüssige Zustand leicht fest werdender Körper nicht unvereinbar mit sehr niedriger Temperatur wäre. Diese Ansicht stützt er namentlich auf die Thatsache, dafs bekanntlich Wasser, Phosphor etc., wenn sie im flüssigen Zustande unbewegt stehen bleiben, 10° bis 20° unter ihrem Schmelzpunkt erkaltet werden können, ohne fest zu werden.

Um nun diese Betrachtung zu benutzen bei der Erklärung

der Thatsache, dafs nämlich die Metalle im geschmolzenen und festen Zustande dieselbe specifische Wärme haben, dafs aber dennoch ihre latente Schmelzwärme nicht gleich 0° ist, wie doch aus der aufgestellten Formel folgen würde, bedarf Hr. PERSON noch der Annahme, dafs, während die Menge Wärme, welche einer der in obiger Tabelle angeführten Stoffe abgeben mufs, um einen Grad Temperatur weniger am Thermometer anzuzeigen, gleich ist, mag dieser im flüssigen Zustande über dem Schmelzpunkte oder unter demselben sich befinden, dies bei den Metallen nicht der Fall ist. Bei dieser Annahme läfst es sich leicht vorstellen, dafs diese unter ihrem Schmelzpunkte flüssig erhaltenen eine solche specifische Wärme haben, die verschieden von der des über seinem Schmelzpunkte flüssigen Metalls, und der von Hrn. PETSON angenommenen Formel besser anpassend ist. Allein man vergesse nicht, dafs dies eine reine Annahme, und noch dazu eine solche ist, die schwerlich jemals durch Versuche wird bestätigt werden können.

Man darf daher dieses Raisonnement des Hrn. PERSON nicht als einen Nachweis der allgemeinen Richtigkeit seiner Formel hinnehmen, sondern nur als einen Versuch, die Möglichkeit ihrer Richtigkeit auch für die Metalle darzuthun.

Ist die von Hrn. PERSON aufgestellte Formel richtig, so ist daraus mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit der absolute Nullpunkt für die Wärme zu bestimmen. Folgt man nämlich der oben angeführten Vorstellungsweise, dafs die Wärmemenge, welche ein Körper im flüssigen Zustande auch unter seinem Schmelzpunkte abgeben würde, wenn er um $1°C$ erkaltet wird, um $\frac{l}{160+t}$ gröfser ist, als die, welche er unter denselben Umständen im festen Zustande abgiebt, so sind bei Richtigkeit der Formel $(160+t)\delta = l$ nur zwei Fälle möglich; entweder ist unter $-160°C$ die specifische Wärme des Körpers im flüssigen und festen Zustande gleich, oder $-160°C$ ist der absolute Nullpunkt für die Wärme. Ersteres scheint Hrn. PERSON unwahrscheinlich; er nimmt daher letzteres an, und glaubt somit den absoluten Nullpunkt der Wärme bestimmt zu haben. Diese Folgerung, welche Hr. PERSON aus seiner Formel macht, ist von so grofser Wichtigkeit, dafs es

wohl der Mühe werth wäre, sie sicher fest zu stellen. Vorläufig darf man aber nicht vergessen, dafs sie nur auf eine empirische Formel gebaut ist, welche durch nur wenige Versuche schwach gestützt, durch andere Versuche leicht widerlegt werden könnte.

Wäre aber -160° der absolute Nullpunkt wirklich, so wäre dadurch auch die absolute Wärmemenge aller Körper zu berechnen, wenn nur ihre Temperatur, ihre specifischen und latenten Wärmen bekannt sind. Die Formel ist dann $(160+t)C = W$.

Gewöhnlich nimmt man an, dafs die latente Schmelzungswärme eine constante Gröfse sei. Dies ist jedoch nicht der Fall. Denn läfst man z. B. ein Kilogramm Wasser von 0° gefrieren, und erkältet man nun das Eis von 0° bis 20° unter Null, so sind durch das Gefrieren 79,2 Calorie's (latente Wärme des Wassers) und durch das weitere Erkalten, da die specifische Wärme des Eises etwa gleich 0,5 ist, noch 10 Calorie's abgegeben worden. Die Summe ist 89,2 Calorie's. Erkaltet man es aber so, dafs es nicht gefriert, bis $-20^\circ C$, so verliert es dabei 20 Calorie's, da die specifische Wärme des Wassers gleich 1 ist. Läfst man es nun gefrieren, so können, um ein Kilogramm Eis von $-20^\circ C$ zu erhalten, nur 89,2 — 20 Calorie's entweichen. Es ist also die latente Wärme des Wassers vor $-20^\circ C$ nicht gleich 79,2 sondern 69,2 Calorie's.

Hrn. Person's Ansicht von den Wärmeverhältnissen der Körper ist also, um sie kurz zusammenzufassen, folgende. Bei $-160^\circ C$ enthalten die Körper gleich viel oder vielmehr gar keine Wärme, mögen sie fest oder flüssig sein. Da nun ein Körper im flüssigen Zustande eine andere specifische Wärme besitzt, als im festen, so nimmt die Differenz in dem absoluten Wärmegehalt derselben in diesen verschiedenen Zuständen mit der Temperatur zu. Diese Differenz ist aber für jeden Grad der Temperatur gleich der für denselben geltenden latenten Schmelzwärme der Körper. Daher ist der absolute Gehalt der Körper an Wärme gleich dem Product des Abstandes ihrer Temperatur von dem absoluten Nullpunkte -160° in ihre specifische Wärme.

Auch auf gasförmige Körper sucht Hr. Person diese Ansicht auszudehnen, und seine Formel anzuwenden. Die Formel wäre $(160+T)\Delta = L$, wenn T der Kochpunkt, Δ die Differenz der

specifischen Wärme des Körpers im flüssigen und im gasförmigen Zustande, und L die latente Verdampfungswärme bedeutet. Er stellt danach folgende Tabelle für je ein Aequivalent der folgenden Körper auf.

	L
Schwefeläther	426
Schwefelkohlenstoff	502
Holzgeist	582
Alkohol	597
Wasser	602
Terpenthinöl	653
Schwefel	724
Schwefelsäure	748
Quecksilber	775

Die so durch Rechnung erhaltenen Zahlen kommen den auf experimentellem Wege erhaltenen ziemlich nahe.

C. C. Person. Ueber die Schmelzung von Legirungen.

In einem späteren Aufsatze stellt sich Hr. Person die Aufgabe, mit Hülfe der so eben besprochenen Formel für die Bestimmung der latenten Schmelzungswärme, die Wärme zu berechnen, welche beim Schmelzen von Legirungen gebunden wird, um sie dann mit dem durch den Versuch gefundenen Resultate zu vergleichen und dadurch indirect die Richtigkeit seiner Formel zu bestätigen.

Er mufste hiezu solche Metallgemische wählen, die beim Erstarren nicht allmälig breiig und endlich fest werden, sondern die sogleich aus dem flüssigen Zustande in den festen übergehen. Er wählte dazu namentlich das leicht schmelzbare Metallgemisch, welches von Newton zuerst dargestellt ist, das aber von den Franzosen das d'Arvet'sche Metallgemisch genannt wird, obschon dieser erst im Jahre 1775 davon Kenntnifs gab. Es besteht dasselbe bekanntlich aus 8 Theilen Wismuth, 5 Theilen Blei und 3 Theilen Zinn, was etwa der Formel ($Bi^2 Pb^2 Sn^2$) entsprechen würde.

Diese Legirung schmilzt constant bei 96° C und geht beim Erkalten sogleich in den vollkommen starren Zustand über. Sie eignet sich daher ganz vorzüglich zu diesen Versuchen.

Da nach Hrn. PERSON's Angaben ein Grm. Zinn 14,3, ein Grm. Wismuth 12,4, ein Grm. Blei 5,15 Calorie's braucht um zu schmelzen, so müfste die Wärmemenge, welche 1 Grm. der NEWTON'schen Legirung, um geschmolzen zu werden, nöthig hat $= \frac{8.12,4+5.5,15+3.14,3}{16} = 10,5$ Calorie's sein, wenn in der That die latente Schmelzungswärme dieser Metalle eine constante Gröfse wäre, wie man in der Regel annimmt. Man findet aber nur 6 Calorie's. Diese Differenz ist aber so bedeutend, dafs man daraus auf die Unrichtigkeit jener Annahme zu schliefsen berechtigt ist.

Nimmt man dagegen an, wie aus Hrn. PERSON's Formel hervorgeht, dafs die latente Schmelzungswärme mit der Temperatur verschieden ist, bei welcher der Körper geschmolzen wird, und zwar, dafs sie bei Abnahme der Temperatur gleichfalls geringer wird, so ist es einleuchtend, weshalb die latente Schmelzungswärme des NEWTON'schen Metalls so viel geringer ist, als jene Rechnung ergiebt. Denn das Zinn, Wismuth und Blei schmelzen hier nicht bei 235°, 270°, 332° C, sondern bei 96°.

Versucht man nun mit Hülfe der Formel des Hrn. PERSON die latente Schmelzungswärme dieser Legirung zu berechnen, so finden wir ganz andere Zahlen.

Hr. PERSON führt diese Rechnung auf folgende Weise aus.

Seine Formel ist $(160+t)\delta = l$. Er berechnet zunächst δ, das für die einzelnen Metalle schwer zu bestimmen gewesen wäre nach dieser Formel für die drei Metalle, die das NEWTON'sche Metallgemisch ausmachen, da t und l für dieselben bekannt sind. Er findet so z. B. für das Zinn $\delta = 0,0362$, und kann nun nach seiner Formel die latente Wärme desselben bei jedem beliebigen Temperaturgrade, bei welchem es in einer Verbindung geschmolzen wird, berechnen, wenn er in die Gleichung für $\delta = 0,0362$ und für t eben diesen Grad der Temperatur einsetzt. So berechnet er für das Zinn die latente Schmelzungswärme bei dem

Schmelzpunkte von 96° *C* zu 9,3 für das Wismuth zu 7,382 und für das Blei zu 2,7.

Setzt man diese Zahlen als die Werthe für die latente Schmelzungswärme der genannten drei Metalle bei einem Schmelzpunkte von 96° *C*, und berechnet man daraus die der Legirung von 8 Theilen Wismuth, 5 Theilen Blei und 3 Theilen Zinn, so findet man $\frac{8.7,382+5.2,7+3.9,3}{16}=6,28$ Calorie's als die Wärmemenge, welche beim Schmelzen von 1 Grm. jener Legirung gebunden wird. Der Versuch ergab 6 Calorie's.

Auf dieselbe Weise hat Hr. Person versucht für eine andere Legirung die latente Schmelzungswärme zu berechnen. Diese war nach der Formel $Pb+Sn^2+Bi$ zusammengesetzt. Die Rechnung giebt für die latente Schmelzungswärme derselben 7,85 Calorie's, der Versuch dagegen ergab 7,63 Calorie's. Hr. Person beabsichtigt noch mehrere solcher Legirungen zu untersuchen, die einen bestimmt ausgesprochenen Schmelzpunkt haben.

Es würde sehr wichtig sein, wenn durch eine recht grofse Anzahl von Versuchen die Richtigkeit der oben erwähnten Formel bestätigt würde, weil aus derselben dann ohne Zweifel mancher für die Wärmelehre höchst wichtiger Schlufs gezogen werden könnte.

Dr. W. Heintz.

---

5. Strahlende Wärme.

Melloni. Sur la puissance calorifique de la lumière de la lune. C. R. XXII. p. 541*. Pogg. Ann. LXVIII. p. 220*. Arch. d. sc. ph. et nat. I. p. 298*. Sillim. J. secd. ser. Vol. II. p. 256*. Edinb. J. XLII. 376*.

— — Sur la nature des effets calorifiques produits par la lumière. C. R. XXII. 644*. Inst. No. 641. p. 128*.

Buys-Ballot. Die Wirkung der ungleichen Erwärmung auf die Richtung des Windes, und die Wärmewirkung des Mondes. Pogg. Ann. LXX. 154*.

F. de la Provostaye et P. Desains. Mémoire sur le rayonnement de la chaleur. Ann. d. ch. et d. ph. XVI. 337*. Pogg. Ann. LXVIII. 235*; LXIX. 367*.

— — — — Note sur le refroidissement par les gaz. C. R. XXII. 77*. Inst. No. 628. p. 10*. Arch. d. sc. ph. et nat. I. 192*.

— — — — Recherches sur le rayonnement de la chaleur. Détermination des pouvoirs émissifs. C. R. XXII. 825*, 1139*. Inst. No. 646. p. 171*; No. 652, p. 223*. Arch. d. sc. ph. et nat. II. 395*.

E. C. Leedom. Experiments and Observations on the Solar Rays. Sillim J. I. 28*.

E. Wartmann. Sur de nouveaux rapports entre la chaleur, l'électricité et le magnétisme. Arch. d. sc. ph. et nat. I. 417*. C. R. XXII. 745*. Inst. No. 644. p. 152*. Bull. d. Brux. XIV. 187*. München. gel. Anz. XXIII. 997*. Pogg. Ann. LXXI. 573*.

Ruhmkorff. Répétition de ces expériences. Bull. d. Brux. XIV. 188*.

H. Knoblauch. Sur les changements que la chaleur rayonnante éprouve par la réflexion diffuse. Inst. No. 629. p. 21*.

— — Weitere Untersuchungen über strahlende Wärme. Monatsbr. d. Berl. Akad. 1846 p. 355*. Inst. No. 706. p. 227*.

— — De calore radiante disquisitiones experimentis quibusdam novis illustratae. Berolini 1846, in 4°*.

— — Untersuchungen über die strahlende Wärme. 3 Abhandlungen. Pogg. Ann. LXX. 205*, 337*; LXXI. 1*. Arch. d. sc. ph. et nat. IV. 394*; V. 46*, 273*.

Neben einer grofsen Anzahl von Physikern, wie Tschirnhausen [1], Hartsoeker [2], de la Hire [3], Pictet [4] und Prévost [5], Leslie [6], Nobili [7] und Forbes [8], denen es nicht gelungen war, irgend einen thermischen Einflufs der Mondstrahlen wahrzunehmen, waren Howard [9] und Watt [10] die einzigen, welche eine Wirkung derselben auf das Thermometer erkannt haben wollen.

1 Acta Erudit. Lipsiens. 1691, p. 52. 1697, p. 414.

2 Cours de Phys. Liv. IV. Chap. I. art. 5.

3 Mém. de l'Acad. 1705, p. 306.

4 Essai sur le feu. 1790, §. 30.

5 Bibl. univ. T. XIX. p. 35.

6 An experim. inquiry into the nat. and propag. of heat. London, 1804, p. 451.

7 Ann. de Chim. et de Phys. T. XLVIII. p. 198. Pogg. Ann. T. XXVII. p. 449.

8 Edinb. Philos. Trans. T. III. Pt. I, 131 ff. — Phil. Mag. VI, 138, 139. — Pogg. Ann. XXXV, 553.

9 Sillim. Amer. Journ. T. II. p. 329.

10 Edinb. New Phil. Journ. N. IX. p. 325.

Mit völliger Sicherheit ist die Wärme der Mondstrahlen erst durch Versuche von Hrn. Melloni nachgewiesen worden, welche in einem Briefe an Arago der Pariser Akademie im März 1846 mitgetheilt worden sind (C. R. XXII. p. 541—544).

Eine treppenförmige Glaslinse von 1 Mètre Durchmesser, welche in einer Entfernung von etwa 1^{m} eine erleuchtete Scheibe von 1^{cm} Durchmesser bildete, diente zur Concentration der Strahlen. Um die Erkaltung des Apparats, welche von seiner Ausstrahlung gegen den Himmelsraum herrührte und bereits viele frühere Experimente vereitelt hatte, unschädlich zu machen, stellte ihn Hr. Melloni in einem möglichst verschlossenen Raume auf und begann die Beobachtung erst, nachdem seine Thermosäule dieselbe Temperatur wie die Linse angenommen hatte. — Der störende Einfluſs von Luftzügen wurde durch Glasplatten vermieden, welche man vor der Säule anbrachte.

Auf diese Weise hat sich jedesmal eine Ablenkung an dem mit der Thermosäule verbundenen Multiplicator gezeigt, sobald dieselbe in den Brennraum der Linse eingerückt wurde. Sie betrug 0°, 6 bis 4°, 8 gemäſs der Zeit, zu welcher man die Beobachtung anstellte. Die Sicherheit, mit der sich diese Angabe des Thermoskops herbeiführen lieſs, und die Regelmäſsigkeit, mit der sie den Phasen des Mondes folgte, hat Hrn. Melloni von der Wärmewirkung der Mondstrahlen überzeugt.

Er wird dadurch in seiner Ansicht von der Identität der Licht- und Wärmestrahlen bestärkt, für welche er sich wiederholentlich in einem Briefe ausgesprochen hat, der am 13ten April 1846 in der Akademie vorgelesen wurde, ohne jedoch in die *Comptes Rendus* überzugehen (C. R. XXII. p. 644.).

Einen indirekten Schluſs auf die Mondwärme hat Hr. Buys-Ballot in einem Aufsatze über: die Wirkung der ungleichen Erwärmung auf die Richtung des Windes und die Wärmewirkung des Mondes gethan, in welchem er auf die Uebereinstimmung hinweist, die zwischen der wirklich beobachteten Periode der Windesrichtungen und der Annahme eines thermischen Einflusses des Mondes besteht (Pogg. Ann. LXX. 162.).

Die Herren F. DE LA PROVOSTAYE und P. DESAINS theilen in einem *mémoire sur le rayonnement de la chaleur, Ann. de Chim. et de Phys.* T. XVI. p. 337—425, die Details einer ausgedehnten Untersuchung über die Abkühlungs- und Erwärmungsgesetze mit, deren Resultate bereits in den Jahren 1844 und 1845 veröffentlicht und, so weit sie dem letzteren angehören, in den Bericht von 1845 p. 370—372 aufgenommen worden sind.

Eine neue Reihe von Versuchen, welche der Pariser Akademie in der *note sur le refroidissement par les gaz* (C. R. XXII, p. 77—80) im Januar 1846 eingereicht wurde, bezieht sich auf die Abkühlung in verschiedenen Gasen.

Die Herren Verfasser beobachteten die Erkaltung eines versilberten Thermometers in einer geschwärzten cylindrischen Umhüllung von $\frac{1}{4}$ Litre Inhalt, welche der Reihe nach mit Wasserstoff, Kohlensäure, Stickstoffoxydul oder einem Gemenge von Wasserstoff und atmosphärischer Luft gefüllt wurde.

Sie fanden hierbei:

1. Daſs sich die Abkühlung des Thermometers im Wasserstoff beständig verlangsamt, je mehr man die Gasart verdünnt, und zwar daſs diese Verlangsamung desto beträchtlicher wird, je weiter die Verdünnung bereits vorgeschritten ist. Man ersieht dies aus der folgenden Tabelle, welche die Zeit angiebt, deren das Quecksilber im Thermometer bedurfte, um bei verschiedener Dichtigkeit des umgebenden Wasserstoffs vom 660sten bis zum 370sten Theilstrich der Skale zu sinken.

Druck, unter dem sich das Gas befand.	Zeit der Erkaltung des Thermometers.
$0^m,7600$	$12^m 46^s$
$0^m,4770$	$13^m 20^s$
$0^m,5700$	$13^m 40^s$
$0^m,2000$	$14^m 49^s$
$0^m,0044$	$27^m 24^s$

Unter einem Druck des Gases von 4^{mm} geschieht die Abkühlung noch 9mal schneller, als im luftleeren Raume, wo sie nur von der Ausstrahlung herrührt.

2. In der Kohlensäure wird die Erkaltung durch die Verdünnung des Gases anfangs verlangsamt, dann constant und endlich beschleunigt, wie aus den nachfolgenden Beobachtungen der Zeit hervorgeht, in welcher das Quecksilber vom 670sten auf den 570sten Theilstrich herabsank.

Druck, unter dem sich das Gas befand.	Zeit der Erkaltung des Thermometers.
$0^m,035$	$19^m 42^s$
$0^m,012$	$19^m 38^s$
$0^m,004$	$17^m 59^s$

3. Dasselbe gilt von der Abkühlung im Stickstoffoxydul, welche ebenfalls constant blieb, während sich der Druck des Gases von 35^{mm} auf 12^{mm} verminderte, und befördert wurde, als man die Verdünnung bis zu einem Druck des Gases von 4^{mm} fortsetzte.
4. Da ein Körper im Wasserstoffgase, wie schon Leslie [1] beobachtet hat, schneller als in atmosphärischer Luft erkaltet, so wurde seine Abkühlung in einem Gemenge beider Luftarten natürlich desto mehr beschleunigt, je gröfser der Antheil des Wasserstoffs an diesem Gemenge war. In Kohlensäure oder Stickstoffoxydul geschieht die Erkaltung langsamer als in atmosphärischer Luft.

Die Herren Verfasser machen darauf aufmerksam, dafs, zur Erklärung der von ihnen beobachteten Thatsachen, an den untersuchten Gasarten namentlich 2 Umstände: ihre Dichtigkeit und ihre Beweglichkeit zu berücksichtigen seien, welche sich bei einem Wechsel des auf die Gase ausgeübten Druckes in entgegengesetztem Sinne verändern, bisweilen einander compensiren oder von denen bald die eine, bald die andere einen überwiegenden Einflufs auf die Abkühlung ausübt.

In zwei Abhandlungen: *Recherches sur le rayonnement de la chaleur. Détermination des pouvoirs émissifs* (C. R. XXII. p. 825—831; 1139, 1140), welche die Herren de la Provostaye und Desains im Mai und Juni desselben Jahres der Akademie

[1] An experim. inq. etc.

mittheilten, haben sie die Wärmeausstrahlung verschiedener Körper von Neuem zu bestimmen gesucht.

Da sie das Ausstrahlungsvermögen verschiedener Metalle auf das des Russes beziehen wollten, die Ausstrahlung der ersteren aber eine kaum merkliche Wirkung auf ihren Thermomultiplicator ausübte bei einer Temperatur und einer Entfernung, bei denen die von der Rufsfläche ausgesandte Wärme an diesem Instrumente bereits das Maximum der Ablenkung hervorbrachte, so nahmen sie zu folgenden neuen Methoden ihre Zuflucht.

Sie beobachteten zunächst die Ablenkung, welche z. B. die von einer Silberfläche bei 160° C. ausgesandte Wärme am Thermoskop bewirkte. Diese betrug 9°,8. Sodann liefsen sie die Rufsfläche bei einer niedrigeren Temperatur, z. B. 35°,9 C. gegen die Thermosäule strahlen und verzeichneten die auf diese Weise hervorgebrachte Abweichung der Nadel von 29°,5. Es kam jetzt darauf an, aus dieser Angabe diejenige Ablenkung zu berechnen, welche erzeugt worden wäre, wenn die Rufsfläche ebenfalls bei einer Temperatur von 160° C. ausgestrahlt hätte. Dies geschah durch die Formel:

$$\delta' = \delta \frac{a^{T'-\theta} - 1}{a^{T-\theta} - 1},$$

worin δ' die Ablenkung bezeichnet, welche die Ausstrahlung der Rufsfläche bei einer Temperatur von T' Grad hervorbringt, sofern δ die von ihr bei T Grad bewirkte Abweichung der Nadel ist, θ die Temperatur der Umgebung und $a = 1,0077$.

In dem vorliegenden Beispiel wäre also $T' = 160$, $\delta = 29,5$; $T = 35,9$ und $\theta = 16,2$ einzusetzen. Man erhält alsdann $\delta' = 363$. Die Ablenkung, welche der bei 160° C. ausgesandten Wärme entspricht, ist also 363°. Mithin das Verhältnifs der Wärmeausstrahlung des Silbers zu der des Russes wie 9,8 : 363 oder wie 2,7 : 100.

Bei einem andern Verfahren stellten die Herren Verfasser vor der Thermosäule einen durchbrochenen Metallschirm auf, so dafs nur die durch denselben hindurchgehende Wärme auf das Instrument einwirken konnte. Die Ausstrahlung der Silberfläche brachte jetzt z. B. eine Ablenkung von 6°,6 hervor. Sodann liefsen sie die Rufsfläche bei derselben Temperatur ausstrahlen,

vertauschten aber den durchbrochenen Schirm mit einem anderen von kleinerer Oeffnung, so daſs ein verhältniſsmäſsig geringerer Antheil der ausgesandten Wärme zum Thermoskop gelangte. Dieser lenkte die Nadel unter den gedachten Umständen auf 30°,7 ab. Da nun der Ausschnitt der Blendung während der Ausstrahlung des Silbers 7,3mal gröſser als im letzteren Falle war, so muſste die Ablenkung 30,7 noch mit 7,3 multiplicirt werden, wenn man die Wirkung der Ruſsfläche unter den Verhältnissen kennen lernen wollte, in denen sie mit der Silberfläche vergleichbar war. Somit ergab sich aus diesem Versuch die Ausstrahlung des Silbers mit der des Russes verglichen, wie 6,6:224 oder wie 2,9:100.

Durch die so eben beschriebenen Verfahren sind die Herren de la Provostaye und Desains zu den folgenden Werthen gelangt, welche das Wärmestrahlungsvermögen verschiedener Metalle angeben, wenn die Ausstrahlung des Russes = 100 gesetzt wird.

Ruſs	100,00
Platin, gewalzt,	10,74
Dasselbe, mit dem Polirstahl geglättet,	9,09
Silber, matt auf Kupfer niedergeschlagen,	5,37
Dasselbe, geglättet,	2,10
Gediegenes Silber, gewalzt,	2,94
Dasselbe, geglättet,	2,38
Dasselbe, 10 bis 12 Stunden bei einer Temperatur von 120° erhalten,	2,77
Dasselbe, in dünnen Blättchen auf Silber oder Platin,	2,04
Gold, in Blättchen,	4,25
Kupfer, roth spiegelnd,	4,76
Dasselbe, in Blättchen auf Kupfer,	5,55

Die ausstrahlenden Körper wurden entweder als Seitenflächen eines Cylinders von 10 Litres oder eines Würfels von 14 Litres Inhalt angewandt, die man, um eine Oxydation möglichst zu verhüten, nicht im freien Feuer, sondern durch siedendes Oel erhitzte.

Das Verhältniſs der Wärmeausstrahlung des Silbers zu der des Russes, welches die Verfasser $=\frac{1}{34}$ bis $\frac{1}{37,4}$ gefunden haben,

weicht von den Bestimmungen früherer Beobachter ab, z. B. der Angabe LESLIES $= \frac{1}{8,3}$ und dem Werthe von DULONG und PETIT $= \frac{1}{6,3}$. Dafs Unterschiede in dieser Beziehung stattfinden, kann um so weniger befremden, seitdem die Versuche von MELLONI [1] gelehrt haben, einen wie wesentlichen Einflufs die Dicke der aufgetragenen Rufsschicht auf die Wärmestrahlen ausübt. Eben deshalb erscheint es aber unzweckmäfsig, das Strahlungsvermögen anderer Körper auf dieses wechselnde Maafs zurückzuführen.

Hr. EDWIN C. LEEDOM berichtet in seiner Abhandlung: *Experiments and observations on the Solar Rays, Sillim. Amer. Journ.* I. p. 28—37) über einen Versuch, durch den er sich selbst von der bekannten Thatsache überzeugt hat, dafs schwarzes Papier unter den Strahlen der Sonne in höherem Grade als weifses erhitzt wird. Er knüpft daran eine Theorie zur Erklärung der Licht- und Wärmeerscheinungen an farbig undurchsichtigen Körpern. Das Wesentlichste davon ist folgendes.

Alle undurchsichtigen Körper üben auf die ihnen zugesandten Strahlen eine Anziehung aus. Schwarze Körper, wie Kohle u.s.w. halten das weifse Licht zurück, haben jedoch nur eine geringe Verwandschaft zur Wärme, welche daher im freien Zustande ihre Poren erfüllt und sich von dort durch Strahlung oder auf andere Weise verbreitet. Weifse Körper binden dagegen die Wärme, während sie auf das weifse Licht eine geringe Anziehungskraft ausüben, welches von ihren Poren frei ausstrahlt, wie die Wärme von den schwarzen Körpern. Farbige Substanzen erscheinen in der ihnen eigenthümlichen Farbe durch die Lichtstrahlen, die aus ihrem Innern hervordringen und denjenigen complementar sind, welche die Körpertheilchen zurückhalten.

Diese Theorie steht also im Widerspruch mit der Annahme einer Identität von Licht und Wärme und mit der bekannten Erklärungsweise, dafs die Farbe undurchsichtiger Körper von

[1] C. R. XX. p. 575. Pogg. Ann. LXV. p. 109, 110. Jahresber. v. 1845, p. 366.

denjenigen Strahlen herrührt, welche an ihrer Oberfläche diffus reflectirt werden, während andere Strahlen eine Absorption an derselben erleiden. Ohne uns auf eine Erörterung der Frage einzulassen, wie weit eine Trennung von Licht und Wärme nach den jetzigen Erfahrungen auf diesem Gebiete zulässig ist, werden wir Veranlassung finden, auf die letztere Erklärungsweise noch einmal zurückzukommen.

Den bekannten Versuch FARADAY's, bei dem die Polarisationsebene des Lichts durch den Einfluſs eines Magneten oder eines electrischen Stroms gedreht wird, hat Hr. E. WARTMANN in Bezug auf die strahlende Wärme angestellt (*Arch. des sc. phys. et nat.* I. p. 417, 418).

Er bringt einen Cylinder von Steinsalz zwischen zwei Glimmersäulen an, von denen die eine als polarisirende, die andre als analysirende Vorrichtung dient und umgiebt denselben mit einer magnetoelectrischen Spirale. — Das ganze System durchdringen die Wärmestrahlen einer ARGAND'schen Lampe, welche, nachdem sie bei dem analysirenden Glimmersatz ausgetreten sind, auf einen Thermomultiplicator einwirken.

Die an diesem Instrument wahrgenommene Ablenkung änderte sich, sobald Hr. WARTMANN den Strom einer galvanischen Batterie von 30 GROVE'schen oder 52 BUNSEN'schen Elementen um den Steinsalz-Cylinder eintreten lieſs und er glaubt versichern zu können, daſs dieser Unterschied der Wirkungen nur von einer Drehung der Polarisationsebne der Wärmestrahlen herrührte.

Zu demselben Resultate will Hr. RUHMKORFF gelangt sein, als er den Versuch mit zwei NICOL'schen Prismen, anstatt der Glimmersäulen, wiederholte (*Bull. de l'Acad. roy. de Belg.* XIV. p. 188).

Der Berichterstatter hat sich selbst mit fortgesetzten Untersuchungen über die strahlende Wärme beschäftigt, deren Resultate die Berliner Akademie in ihrem Monatsbericht vom November

1846 veröffentlicht hat und deren ausführliche Darstellung in seiner Abhandlung: *De calore radiante disquisitiones experimentis quibusdam novis illustratae, Berolini* 1846; so wie in Pogg. Ann. LXX, p. 205—238, 337—371, LXXI, p. 1—70 enthalten ist.

Er bediente sich eines sehr empfindlichen Thermomultiplicators, dessen Eigenthümlichkeit darin bestand, daſs der Galvanometerdraht aus galvanisch niedergeschlagenem Kupfer gezogen war, wodurch der störende Einfluſs des in gewöhnlichen Leitungsdrähten befindlichen Eisens vermieden und das Einstellen der astatischen Nadel auf fast 0° möglich gemacht wurde [1].

I. Ueber den Durchgang der strahlenden Wärme durch diathermane Körper, mit besonderer Rücksicht auf die Temperatur der Wärmequellen.

Die Resultate, zu denen die bisherigen Untersuchungen über den unmittelbaren Durchgang der strahlenden Wärme geführt haben, lassen sich [2] kurz in folgende Sätze zusammenfassen:

1) Die Wärme durchstrahlt gewisse (diathermane [3]) Substanzen [4] und zwar in unmeſsbarer Zeit [5].

[1] Ein Uebelstand des auf die bezeichnete Weise dargestellten Kupfers ist freilich sein geringeres Leitungsvermögen, welches sich zu dem des gewöhnlichen Kupfers wie 0,855:1 verhält. Dieser Nachtheil des galvanischen Kupfers möchte indeſs weniger der Art seiner Entstehung als vielmehr einer Aufnahme von Sauerstoff zuzuschreiben sein, welche beim Umschmelzen des Kupfers in freier Luft stattfindet. Dann aber lieſse er sich vermeiden, indem dasselbe unter einer Kochsalzdecke von hinreichender Dicke umgeschmolzen wird, ein Rath, welchen Hr. Poggendorff dem Verfasser ertheilt hat. Jedenfalls war bei den vorliegenden Experimenten das unmittelbare Einstellen der Nadel auf 0° von überwiegendem Vortheil.

[2] Abgesehen von Diffusion, Reflexion, Brechung und Polarisation.

[3] Die von Melloni eingeführte Terminologie der strahlenden Wärme findet sich: C. R. Vol. IX, p. 315; X, 539; XI, 141; XIII, 816. — Ann. d. ch. et d. ph. Vol. LIII, p. 5; LV, p. 337, 378; LXV, 39; LXXII, 40 ff. — Inst. No. 89, p. 22. — Bibl. univ. Vol. XXXV, p. 363; XXXIX, 136. — Pogg. Ann. Bd. XXVIII, p. 373; XXXV, 295, 403, 536, 552, 566, 567; XLIII, 261; XLVIII, 327; XLIX, 577, 578; LI, 85; LIV, 601.

[4] P. Prévost. Journ. d. phys. p. Delametherie. Ann. 1811. — Delaroche. Ebendas. Ann. 1812, Vol. LXXV, p. 201. — Ann. of philos. by Thomson. Vol. II. 1813, p. 100. Untersuchungen nach dem Ver-

2) Für einen und denselben Körper ist die hindurchgelassene Wärmemenge desto gröfser, je glatter seine Oberfläche ist [6].

3) Der Verlust, welchen die Wärme bei der Durchstrahlung einer Substanz erleidet, ist in dem Maafse geringer, als sie bereits gröfsere Schichten dieser Substanz durchdrungen hat [7].

4) Die strahlende Wärme geht in ungleichem Verhältnifs durch verschiedene Körper hindurch [8]. Dabei steht das Vermögen der Körper, sie hindurchzulassen, in keiner Beziehung zu ihrer Durchsichtigkeit [9].

fahren von J. D. Maycock: Nicholson's Journ. Vol. XXVI, May, June, 1810. — Melloni. Ann. de ch. et d. ph. LIII, 5; LV, 337. — Inst. No. 89, p. 22. — Phil. Mag. ser. 3. Vol. VII, p. 476. — Pogg. Ann. XXXV, 124, 387, 565; XXXVII, 209.

5 Melloni. Mém. d. l'Ac. d. sc. à Par. XIV. — Ann. d. ch. et d. ph. XLVIII, 198; LV, 337. — Inst. No. 89, p. 22. — Rev. encycl. LI, 568 ff. Pogg. Ann. XXVII, 444; XXXV, 387, 565; XXXVIII, 15.

6 Herschel. Phil. Trans. f. year 1800. — Gilb. Ann. Bd. XII, p. 535, 540. — Melloni. Mém. de l'Ac. XIV. — Ann. d. ch. et d. ph. LIII, 5. — Pogg. Ann. XXXV, 277; XXXVIII, 44, 45.

7 Delaroche. Journ. de phys. p. Delametherie. 1812. LXXV, 201. — Ann. of philos. 1813. II, 100—102. — Gilb. Ann. XLVI, 378. Melloni. Ann. d. ch. et d. ph. LIII, 5; LV, 337. — Pogg. Ann. XXVIII, 372; XXXV, 278—286, 389—392, 529—532, 551. — Melloni u. Biot. Mém. d. l'Ac. XIV, 438. — Pogg. Ann. XXXVIII, 32—50; XXXIX, 250—283, 436—460, 544—551. — Ausnahme beim Steinsalz: Melloni. Ann. d. ch. et d. ph. LIII, 5; LV, 337. — Pogg. Ann. XXVIII, 376; XXXV, 300, 301, 401.

8 Herschel. Phil. Trans. f. year 1800, P. III. p. 437. – Gilb. Ann. XII, 526—540. — Maycock. Nicholson's Journ. XXVI, 75. — Bibl. brit. Vol. XLV, p. 213. — Prévost. Journ. de phys. p. Delametherie. 1811. — Nobili und Melloni. Antologia di Firenze. 1834. No. 136. II, p. 47. — Ann. d. ch. et d. ph. XLVIII, 198. — Pogg. Ann. XXVII, 444; XXXVI, 529. — Melloni. Bibl. univ. 1832, avril, p. 337; 1833, oct. p. 191. — Ann. d. ch. et d. ph. XLVIII, 385. — Inst. No. 8. und No. 12. — Pogg. Ann. XXIV, 640 ff.; XXVIII, 374, 638 ff.

9 J. H. Lambert. Pyrometrie. Berl. 1779. p. 209, 210, 268. — Scheele. Chem. Abh. v. Luft und Fener, übers. v. Leonhardi. Leipz. 1782. p. 59, 60. — Scheele's Werke Bd. 1; p. 124. — Gahn. Berzelius's Jahresber. No. 13. — Pogg. Ann. XXVIII, 375. — Pictet. Essai sur le feu. §. 52. — Herschel. Phil. Trans. f. year 1800. P. II, p. 255 ff. P. III, p. 437 ff.— Gilb. Ann. VII, 151—154; XII, 532—539. — Delaroche. Journ. de phys. 1812. LXXV, 201. — Ann. of philos. 1813. II, 100—102. — Melloni. C. R. XV, 454. — Mém. de l'Ac. XIII, XIV. — Ann. de ch. et de ph. LIII, 5; LV, 337; LX, 418; LXXII, 40, 334. — Bull. d. la soc. philomat.

5) Strahlen einer und derselben Wärmequelle, welche nach einander verschiedene diathermane Substanzen durchdringen, erleiden dabei Verluste, welche nach der Natur dieser Körper verschieden und stets gröfser als die sind, welche sie beim Durchgange durch gleichartige Körper erfahren [1].

6) Wärmestrahlen verschiedener Quellen, welche direct gleiche Temperaturerhöhungen hervorbringen, durchdringen eine und dieselbe Substanz in ungleichem Verhältnifs [2].

Die Versuche, welche in dieser Beziehung von Delaroche und Melloni zum directen Vergleich des Durchgangs der Wärme verschiedener Quellen durch diathermane Körper angestellt wurden, schienen zu ergeben, dafs die Fähigkeit der Wärme, diese Körper zu durchstrahlen, mit der Temperatur ihrer Quelle zunähme [3].

1833, Juillet. — Inst. No. 12. p. 103; No. 89. p. 22; No. 142, p. 43. — Pogg. Ann. XXVIII, 373, 643; XXXV, 287, 288, 294—296, 302, 385, 404, 407, 533, 537, 550, 565, 566; XXXVII, 493, 496; XXXVIII, 28; XXXIX, 15, 21, 30; XLIII, 284; XLIX, 578, 584, 586; LVII, 303.

[1] Melloni. C. R. X, 538. — Mém. d. l'Ac. XIV, 433 ff. — Ann. d. ch. et d. ph. LV, 337 ff. — Inst. No. 8, p. 61. — Pogg. Ann. XXVIII, 642; XXXV, 535—543, 552, 566; XXXVIII, 40 ff. — Forbes. Edinb. Trans. Vol. XV, pt. I. — Pogg. Ann. LI, 89 ff.

[2] Mariotte. Traité des couleurs. Par. 1686. sec. part. prem. disc. — Oeuvres de Mariotte à la Haye 1740, p. 288. Herschel. Phil. Trans. f. year 1800. P. III. p. 437. — Gilbert Annal. XII, 529—531, 535. — Delaroche. Journ. de phys. 1812. LXXV, 201. — Ann. of philos. 1813. II, 100. — Gilb. Ann. XLVI, 378. — Baden Powell. Phil. Trans. f. year. 1825. P. I. p. 187. — Phil. Mag. 1825, LXV, 438. — New Ann. of philos. VIII, 181; IX, 359, 401. — Edinb. Journ. of sc. by Brewster. 1830. New ser. 3, 305. — Pogg. Ann. XXI, 316. — Ritchie. Edinb. phil. journ. by Jameson. XI, 281. — Brewster, journ. of sc. VII, 348. Phil. Trans. f. year 1827. I. 129; II, 139. — Pogg. Ann. XXVIII, 240. — Melloni. C. R. IX, 315. — Mém. de l'Ac. XIV. — Ann. d. ch. et d. ph. LV, 337; LXXII, 40. — Inst. No. 8, p. 61; No. 12, p. 103; No. 89, p. 22. — Journ. de chim. méd. 1833. p. 319. — Pogg. Annal. XXVIII, 239, 240, 641, 645; XXXV, 385—394, 537—541, 563, 567; XXXVIII, 4, 7, 26; XXXIX, 262—283, 436—460, 544—553; XLVIII, 329; XLIX, 578—580.

[3] Delaroche, am angef. Orte. — Melloni. C. R. IX, 315; X, 537, 539. — Mém. de l'Ac. XIV. — Ann. d. ch. et d. ph. LV, 337; LXXII, 40. — Journ. de chim. méd. 1833. p. 319. — Pogg. Ann. XXVIII, 240; XXXV, 390, 392, 393, 398, 400, 401, 551; XXXVIII, 21; XLIII, 21; XLVIII, 327; XLIX, 577.

Zwei Beobachtungen machen hiervon eine Ausnahme. Reines Steinsalz wird nämlich nach Melloni [1] von Wärmestrahlen jeder Quelle in gleicher Weise durchdrungen und berufstes Steinsalz wird nach Melloni [2] und nach Forbes [3] von der Wärme in desto höherem Grade durchstrahlt, je niedriger die Temperatur ihrer Quelle ist [4]. Diese beiden Fälle stehen jedoch vereinzelt da und derjenige unter ihnen, welcher dem Satze von Delaroche direkt widerspricht, betrifft überdies eine Substanz, welche sich in mannigfacher Beziehung von den übrigen diathermanen Körpern unterscheidet. Dem Verfasser schien daher die Frage nach dem Zusammenhange der Durchstrahlung mit der Temperatur der Wärmequelle nicht völlig erledigt zu sein, und er hat in dieser Hinsicht neue Untersuchungen angestellt.

Bei seiner ersten Beobachtungsreihe bediente er sich eines rothglühenden Platindrahts, einer Alkoholflamme, einer Argand'schen Lampe und einer Wasserstoffflamme. Die Temperatur des rothglühenden Platindrahts war offenbar geringer, als die der Alkoholflamme, welche denselben Draht bis zum Gelbglühen erhitzt haben würde, und geringer als die einer Argand'schen Lampe, in der Kohle weifsglühend erhalten wird. Die Wasserstoffflamme hatte, der allgemeinen Annahme nach, unter den genannten Wärmequellen die höchste Temperatur [5].

[1] C. R. IX, 315; X, 537. — Mém. d. l'Ac. XIV. — Ann. d. ch. et d. ph. LIII, 5; LV, 337; LIX, 418; LXXII, 40. — Inst. No. 84, p. 410; No. 89, p. 22. — Pogg. Ann. XXXV, 298, 299, 307, 401—403, 412, 536, 550, 552, 561, 567, 578; XXXVII, 491; XXXVIII, 28, 30; XXXIX, 557; XLIII, 21, 284; XLVIII, 327, 328; XLIX, 577.

[2] C. R. IX, 315; X, 537 ff. — Ann. d. ch. et d. ph. LXXII, 40. — Pogg. Ann. XLVIII, 329, 330; XLIX, 578—580, LIII, 52.

[3] Edinb. Trans. Vol. XV, Pt. I. — C. R. X, 19. — Pogg. Ann. LI, 100, 101, 403.

[4] Auch der Unterzeichnete fand bei der Wiederholung dieses Versuchs, dafs die Wärme einer Quelle von 100° C. relativ besser als die einer Argand'schen Lampe und die Strahlen des rothglühenden Platins in demselben Verhältnifs wie die einer Alkoholflamme durch berufstes Steinsalz hindurchgingen.

[5] Mitscherlich's Lehrbuch der Chemie. (3te Aufl.) Bd. I. p. 289, 290.

Strahlte das rothglühende Platin durch einen durchbrochenen Schirm hindurch dergestalt auf die Thermosäule, dafs die Multiplicatornadel auf 32° abgelenkt wurde, so ging diese auf 19° zurück, wenn man eine Platte farblosen Glases von 1mm,3 Dicke zwischen der genannten Wärmequelle und der Thermosäule einschaltete. Hatte aber die Alkoholflamme durch unmittelbare Einwirkung auf das Thermoskop eine gleiche Ablenkung von 32° hervorgebracht, so wich die Nadel auf 16°,25 zurück, wenn dieselbe Glasplatte an derselben Stelle eingeschoben wurde. Die Wärme der Alkoholflamme durchstrahlte mithin die Glasplatte in geringerem Grade, als die des glühenden Platins. Die Wärme der Argand'schen Lampe, welche die Nadel ebenfalls auf 32° abgelenkt hatte, brachte dagegen nach Zwischenstellung des Glases eine Abweichung von 22° hervor. Strahlte endlich die Wasserstoffflamme so auf die Thermosäule ein, dafs sie die Galvanometernadel auf 32° ablenkte, so ging dieselbe, beim Einschalten des Glasschirms, wie bei dem glühenden Platin, auf 19° zurück.

Die Wärme der Wasserstoffflamme und des glühenden Platins sind also, ungeachtet der grofsen Verschiedenheit ihrer Temperatur in gleichem Grade fähig, eine Glasplatte von 1mm,3 Dicke zu durchdringen. Die Wärme der Alkoholflamme besitzt aber diese Fähigkeit in geringerem Grade als die des glühenden Platins, obgleich sie eine höhere Temperatur als dieses hat, und die Wärme der Argand'schen Lampe in viel höherem Grade als die der Wasserstoffflamme, ungeachtet ihrer Temperatur entschieden niedriger ist.

Aehnliches zeigte sich bei dem Einschalten von rothem und blauem Glase, Hausenblase, Kali- und Magnesiaglimmer, Alaun, Kalkspath, Gyps, ja selbst von Steinsalz. Der Durchgang der Wärmestrahlen durch diese Substanzen fand bald bei der einen, bald bei der andern Wärmequelle in reichlicherem Maafse statt, ohne in einem einzigen der hier vorkommenden Fälle den oben angegebenen Temperaturverhältnissen proportional zu sein.

Um den Einflufs der Temperatur allein zu ermitteln, wurde auch die Durchstrahlung der Wärme beobaehtet, welche bei verschiedenen Wärmegraden von einem und demselben Körper ausgesandt wird.

Für niedere Temperaturen wurde ein Leslie'scher Würfel [1]) angewandt, in dem man Wasser bis zum Sieden erhitzte und der darauf allmählig erkaltete. Die Abkühlung geschah dabei so langsam, daſs die Temperatur des Würfels während der kurzen Zeit der Einschaltung einer diathermanen Substanz als constant betrachtet werden konnte. Brachte man durch Nähern des erkaltenden Würfels vor jeder neuen Einschaltung dieselbe Ablenkung von 35° hervor, so kehrte die Nadel jedesmal auf dieselbe Stellung, z. B. auf 11° zurück, wenn man das farblose Glas zwischen der Wärmequelle und Thermosäule einschaltete, wie auch die Temperatur der ersteren zwischen 30° C. und 100° C. sein möchte.

Ebenso war die Wärme in gleichem Grade fähig, alle übrigen diathermanen Medien zu durchdringen, welchen Wärmegrad der ausstrahlende Körper auch innerhalb der bezeichneten Grenzen haben mochte [2]. Dabei war es gleichgültig, ob die ausstrahlende Fläche des Leslie'schen Würfels aus Metall oder Glas bestand, ob sie mit Ruſs, Wolle oder andern Substanzen überzogen war.

Innerhalb dieser Grenzen hatte also die Temperatur der Wärmequelle auf die Durchstrahlung nicht den mindesten Einfluſs.

Um sie bei einem und demselben Körper über 100° C. zu steigern, steckte der Verfasser einen Cylinder von Metall über die Flamme einer Argand'schen Lampe, wodurch es ihm gelang, denselben zu verschiedenen, hinreichend constanten Wärmegraden zu erhitzen.

Bei der Durchstrahlung zeigte sich, daſs die vom Metallcylinder ausgesandte Wärme durch einige Substanzen relativ besser, durch andere in demselben Verhältniſs wie die bei geringerer Erhitzung ausgestrahlte hindurchging.

So wich die durch unmittelbare Einstrahlung auf die Säule zu 35° abgelenkte Galvanometernadel beim Einschalten des farb-

1 An experim. inq. etc. p. 6.

2 Ein Resultat, welches von der Bemerkung Melloni's (Mém. de l'Ac. XIV; Pogg. Ann. XXXVIII. 21) abweicht, daſs die Fähigkeit der Wärme, Glimmer zu durchstrahlen, selbst zwischen 50° u. 100° C. mit der Temperatur der Wärmequelle zunähme.

losen Glases auf 11° zurück, wenn der Cylinder 9 Zoll vom Thermoskop entfernt war, aber nur auf 13°, wenn er eine so hohe Temperatur hatte, dafs man ihn, zur Hervorbringung einer gleichen Ablenkung von 35°, auf 36 Zoll entfernen mufste. Dagegen stellte sich die Nadel unter allen Umständen auf 8°,5 ein, wenn eine Gypsplatte von 1^{mm},4 Dicke zwischen der Wärmequelle und Thermosäule eingeschaltet wurde. Die Temperatur des Cylinders, bei welcher sich eine Aenderung des Wärmedurchgangs an einigen diathermanen Körpern zeigte, mochte etwa 115° C. betragen.

Um die Durchstrahlung der Wärme zu untersuchen, welche von einem und demselben Körper in verschiedenem Stadien des Glühens ausgesandt wird, erhitzte man eine Platinspirale zum Roth-, Gelb- und Weifsglühen.

Die Beobachtung ergab, dafs wenn die direkte Einstrahlung der Wärmequelle auf die Thermosäule die Multiplicatornadel stets um 35° abgelenkt hatte, die durch farbloses Glas hindurchgehende Wärme beim dunkeln erhitzten Platin eine Ablenkung von 10°,5; beim rothglühenden von 17°,25; beim gelbglühenden von 17°,25; und beim zum Theil weifsglühenden von 21°,12 hervorbrachte.

Die Strahlen des roth- und gelbglühenden Platins durchdringen also, bei grofsem Temperaturunterschiede farbloses Glas in völlig gleichem Verhältnifs. Vertauschte man dasselbe mit Gyps, so erhielt man für das dunkle erhitzte Platin eine Abweichung der Nadel von 9°,81; für das rothglühende von 11,°8; für das gelbglühende von 9°,5; und für das zum Theil weifsglühende von 12°,7.

Die Wärme des gelbglühenden Platins durchstrahlt also die Gypsplatte in demselben Verhältnifs, wie die des dunkeln erhitzten Platins und in geringerem Maafse wie die des rothglühenden, ungeachtet seiner bei weitem höheren Temperatur. Aehnliches wurde an andern diathermanen Substanzen beobachtet.

Es kann nach diesen Resultaten kein Zweifel darüber sein, dafs der Durchgang der strahlenden Wärme durch diathermane Körper nicht, wie es nach früheren Versuchen schien, in direktem Zusammenhange mit der Temperatur ihrer Quelle steht, sondern nur von der

Beschaffenheit der diathermanen Substanz abhängt, welche von gewissen Wärmestrahlen in höherem Grade als von andern durchdrungen wird, diese mögen bei niederer oder höherer Temperatur entstanden sein.

Der Verfasser überzeugte sich, dafs diese Wirkungen nur von der durchgelassenen Wärme herrührten, so wie dafs die verschiedene Form und Gröfse der verglichenen Wärmequellen an sich keine Verschiedenheiten in der Durchstrahlung herbeiführten.

Nie überschritten die zusammengehörigen Beobachtungen eine Zeit, in der nicht alle Umstände des Experiments als hinreichend constant angesehen werden konnten. Die angeführten Zahlen sind daher bis auf halbe Grade als sicher zu betrachten.

II. Ueber die Erwärmung der Körper durch strahlende Wärme.

Es ist eine, seit längerer Zeit bekannte, durch eine ausgedehnte Reihe von Beobachtungen erwiesene Thatsache:

1) dafs sich verschiedene Substanzen unter den Strahlen einer und derselben Wärmequelle in ungleichem Grade erhitzen [1];

[1] R. Boyle 1663. Works by Birch Lond. 1772. I, 725. — Hooke. Birch, Hist. of the Roy. Soc. IV, 175. — Watson. Phil. Trans. abridg. VIII, 371. — Franklin. 1761. Lett. on phil. subj. p. 56. Works. Lond. 1816. Vol. II, 109. Journ. de phys. 1773. II, 381. P. v. Musschenbroek. Introd. ad philos. natur. Lugd. Batav. 1762. II, p. 641, 651—653. — Rozier. 1764. Journ. de phys. III, 183. — Scheele. 1777. Chem. Abh. von Luft u. Feuer p. 60, 77. — Dalencé s. Lamb. Pyrom. p. 152. — Pistoi. Ebend. p. 153. — Lambert. 1772. Ebend. p. 153—155, 162, 205, 210. — Pictet. Essai sur le feu §. 54, 57, 58, 60, 62, 83, 85. — Cavallo. Phil. Trans. f. year 1792. — Sir H. Davy. Essai on Heat, Light and the Combinat. of Light in: Contribut. to phys. and medic. knowledge, by Beddoes. Brist. 1799, p. 44. — Elem. of chem. philos. Lond 1812, Vol. I. — Gilb. Ann. XII, 578. — J. A. Schmidtmüller. 1801. Gilb. Ann. XIV, 306 ff. — H. C. Englefield Bart. Journ. of the Roy. Instit. 1802, I, 202. — Gilb. Ann. XII, 402, 404. — Bibl. brit. XXII, 113. — Rumford Count. Philos. Trans. f. 1804. — Mém. sur la chaleur. Par. 1804. p. 51. — Gilb. Ann. XVII, 41. — J. Leslie. Essay on Heat. p. 93. — An experim. inq. etc. Lond. 1804, p. 35, 36. — A short account of experim. and instrum. depend. on the relat. of air to heat and

2) dafs die Höhe dieser Erwärmung bei jeder einzelnen von der Beschaffenheit ihrer Oberfläche abhängt [1].

Neuere Versuche von Baden Powell [2] und Melloni [3] haben ergeben:

3) dafs ein und derselbe Körper von Wärmestrahlen verschiedener Quellen, welche direkt gleiche Wirkung auf ein berufstes Thermoskop ausüben, ungleichmäfsig erwärmt wird.

moisture. Edinb. 1813. p. 26. — C. W. Boeckmann. Vers. üb. d. Erwärm. versch. Körp. durch d. Sonnenstr. Karlsruhe 1811. — Gilb. Ann. X, 359 ff.; XVII, 122—125. — Alex. v. Humboldt. Reise in d. Aequin. Gegend. d. neuen Contin. in d. Jahr. 1799—1804. Stuttg. u. Tübing. 1815—1826; IV, 25. — L. W. Gilbert. 1817. Gilb. Ann. LV, 50. — E. Home. Phil. Trans. f. 1821. Pt. I. — Baden Powell. Ann. of philos. 1824. VII, 324, 401; VIII, 81, 287. — R. W. Fox. Phil. Mag. 1832. XI, 347. — J. Starck. Phil. Trans. f. 1833. II, 285. — Edinb. new phil. journ. N. XXXIII, p. 65. — Prüfung von A. D. Bache. Journ. of the Frankl. Instit. Nov. 1835. — Sillim. Amer. Journ. XXX, 16. — Edinb. new phil. journ. N. XLII, p. 249. — Bibl. univ. 1837. Janv. p. 168. — Nobili und Melloni. Ann. d. ch. et d. ph. XLVIII, 198. — Pogg. Ann. XXVII, 451—455. — Rev. encycl. LI, 568 ff. — Melloni. Mém. de l'Ac. XIV. — Inst. No. 89, p. 22. — Pogg. Ann. XXXV, 573; XXXIX, 562. — E. C. Leedom. 1846. Sillim. Journ. year 1846. sec. ser. prt. I. p. 28, 29.

[1] Sir H. Davy. Elem. of chem. philos. T. I. — Leslie. An experim. inq. into the nat. and prop. of heat. p. 83. — Melloni. C. R. X, 549; XII, 375. Pogg. Ann. LIII, 268—275.

[2] Phil. Trans. f. 1825. I, 187. — Phil. Mag. 1825. LXV, 437 ff. — Edinb. Journ. of sc. 1830. n. s. III, 305. — New Ann. of philos. VIII, 181; IX, 359, 401. — Rep. of the first and sec. meet. of the brit. assoc. for the advanc. of sc. p. 274, 275. — Phil. Mag. 1835. VII, 296; 1836. VIII, 187. — Pogg. Ann. XXI, 316.

[3] C. R. VI, 801; X, 541; XI, 141. — Mém. de l'Ac. XIV. — Ann. de ch. et de ph. LV, 337; LXVIII, 442; LXXV, 337. — Bibl. univ. 1838, No. XXIX, p. 149. — Inst. No. 89, p. 22. — Edinb. new phil. journ. No. L, p. 242. — Pogg. Ann. XXXV, 545, 546, 575, 577; XXXIX, 31, 560, 563; XLIV, 357—359, 361—363; LI, 82; LII, 422. — Ausnahme 1) bei den Metallen, nach Rumford. Mém. sur la chaleur. — Melloni. Ann. de ch. et de ph. LXXV, 337. — Inst. No. 89, p. 22. — Pogg. Ann. XXXV, 575, 576; LII, 421—427, 573, 580—583. — 2) beim Rufs, nach Melloni. C. R. IX, 315. — Mém. de l'Ac. XIV. — Ann. de ch. et de ph. LXXII, 40 ff.; LXXV, 337 ff. — Bibl. univ. 1840, XXX, 162. — Inst. No. 89, p. 22 ff. — Pogg. Ann. XXXV, 577; XXXIX, 560, 564—566; XLIV, 360; XLVIII, 331; XLIX, 583; LII, 421—443, 573—577, 582, 584; LIII, 54.

Der Berichterstatter machte in dieser Beziehung folgende Beobachtungen:

Setzte er eine auf Metall aufgetragene Carminschicht unmittelbar vor der Thermosäule den Strahlen einer Argand'schen Lampe aus, so brachte die Erwärmung derselben eine Ablenkung von 13°,75 am Multiplicator hervor, wenn die Lampe direkt die Nadel auf 50° abgelenkt hatte. Unter denselben Umständen ergab sich aber eine Abweichung von 15°,62, wenn statt der Flamme ein dunkler erhitzter Metallcylinder, welcher direkt eine gleiche Ablenkung von 50° bewirkte, gegen die Carminfläche ausstrahlte.

Wurde, anstatt des Carmins, schwarzes Papier dem Versuch unterworfen, so erhielt man im ersten Falle eine Ablenkung von 15°,25, im zweiten von 14°. Die Carminfläche wird also durch die Strahlen der Argand'schen Lampe verhältnifsmäfsig weniger als durch die eines auf 100° C. erhitzten Cylinders erwärmt, während beim schwarzen Papier gerade das Gegentheil stattfindet.

Die auf solche Weise hervorgebrachte Erwärmung ist mithin, bei gleicher Intensität der eingestrahlten Wärme, unabhängig von der Temperatur ihrer Quelle und wird allein durch die Natur der absorbirenden Substanzen bedingt, welche für gewisse Strahlen mehr als für andere empfänglich sind.

In Bezug auf die Dicke der den Wärmestrahlen ausgesetzten Körper bemerkt Leslie, dafs sich Metalle von verschiedener Dicke in gleichem Grade [1], Holzplatten aber desto weniger erwärmten, je dicker sie waren [2], eine Beobachtung, welche Melloni [3] auch an Papierschirmen gemacht hat.

Zur weiteren Untersuchung der Frage, in welcher Beziehung die Erwärmung der Körper zu ihrer Dicke stehe, trug der Verfasser farblos durchsichtigen Firnifs, schwarzen undurchsichtigen, aber diathermanen Lack und Bleiweifs, welches

[1] An experim. inq. etc. p. 112.

[2] Ebendas. p. 38—41.

[3] Pogg. Ann. XLIII, 26.

in der Regel als adiatherman betrachtet wird, in Schichten von verschiedener Dicke auf dünne, in jeder Beziehung gleiche Metallscheiben auf. Um die Ausstrahlung der letzteren nach der Erwärmung zu verbessern, überzog er sie auf Seiten der Säule mit Papier [1].

Wurde eine Metallplatte dieser Art den Strahlen einer Argand'schen Lampe ausgesetzt, deren direkte Einwirkung auf das Thermoskop eine Ablenkung von 60° hervorbrachte, so wich die Nadel durch die Erwärmung der Platte auf 14°,5 ab, wenn dieselbe mit einer Firnifsschicht, und auf 15°,75, wenn sie mit 8 gleichen Lagen bekleidet war. Die Erwärmung der überzogenen Platte stieg also, wenn man die Anzahl der sie bedeckenden Firnifsschichten vermehrte.

Vertauschte man die Flamme mit einem dunkeln erhitzten Cylinder, welcher direkt dieselbe Abweichung der Nadel von 60° bewirkte, so beobachtete man das erste Mal eine Ablenkung von 17°,5, das zweite Mal von 20°,75. Die Erwärmung war also bei der letzteren Wärmequelle in jedem einzelnen Falle gröfser als bei der ersteren und nahm von einer bis zu 8 Firnifsschichten in höherem Grade zu als bei dem Versuch mit der Argand'schen Lampe.

Diese Erscheinung liefs sich bei jeder zwischen den bezeichneten Grenzen liegenden Dicke des Firnifsüberzuges verfolgen und zeigte sich in gleicher Weise beim schwarzen Lack und beim Bleiweifs.

Es stellt sich also heraus, dafs sich die angewandten Körper innerhalb der Grenzen dieser Versuche in desto höherem Grade erwärmten, je dicker sie waren.

Um diese Beobachtung den von Leslie und Melloni an andern Substanzen gemachten Erfahrungen anzuschliefsen, welche mit dem angeführten Resultate im Widerspruch zu stehen scheinen, hat man zu bedenken, dafs die Erwärmung eines Körpers mit seiner Dicke nur bis zu einer gewissen Grenze zunimmt,

[1] Leslie. An experim. inq. etc. p. 18. — A short acc. of experim. and instrum. etc. p. 18 ff.

welche sich für eine und dieselbe Substanz nach der Wärmequelle, für eine und dieselbe Wärmequelle nach der Substanz richtet. In der besprochenen Versuchsreihe war die Dicke der angewandten Körper nie so grofs, dafs nicht jede aufgetragene Schicht noch hätte erwärmt und nicht die Wärme aller auf die Metallfläche hätte wirken können, welche mittelst des Papierüberzuges gegen die Thermosäule strahlte. Bei den Beobachtungen von Leslie und Melloni aber waren die eingeschalteten (nur in den dünnsten Blättchen diathermanen) Schirme so dick, dafs nur ein geringer Theil der Wärme ihrer vorderen Flächen die dem Thermoskop zugekehrte Seite erreichte, und daher mufste sich ihre Wirkung auf dasselbe in dem Grade vermindern, als man diesen Antheil durch Vermehrung der Dicke schwächte.

Wenn man erwägt, dafs die Strahlen des erhitzten Metallcylinders, welche in den betrachteten Fällen eine gröfsere Steigerung der Erwärmung mit der Dicke herbeiführten als die Wärme der Argand'schen Lampe, in geringerem Grade als diese von farblosem Firnifs und schwarzem Lack hindurchgelassen werden, so findet man, durch die Erfahrung, Melloni's Vermuthung bestätigt, dafs sich die Temperatur eines Körpers bei zunehmender Dicke desto mehr erhöht, je weniger er für die ihm zugesandten Strahlen diatherman ist [1].

Dafs überhaupt diathermane Körper durch diejenigen Strahlen, welche sie am wenigsten durchdringen, am meisten erwärmt werden, läfst sich durch die Beobachtung auch am farblosen Glase darthun, das bekanntlich ebenfalls von der Wärme des Metallcylinders schlechter als von der der Argand'schen Lampe durchstrahlt wird. Denn ein $1^{mm},5$ dicker Glasspiegel, dessen rauhe metallische Fläche der Thermosäule zugekehrt war, brachte unter den Strahlen des ersteren eine Abweichung der Galvanometernadel auf $12°,25$, unter denen der Lampe von $11°$ hervor, wenn die direkte Einstrahlung jeder dieser Wärmequellen die Nadel um $45°$ abgelenkt hatte.

[1] Pogg. Ann. XLIII. 26. 27.

III. Ueber das Wärmeausstrahlungsvermögen der Körper.

Bekanntlich strahlen verschiedene Substanzen bei gleicher Temperatur die Wärme in ungleichem Grade aus [1] und dies Vermögen ist bei einer und derselben 1) von der Beschaffenheit ihrer Oberfläche [2], 2) von ihrer Dicke abhängig [3].

Wenngleich schon Leslie [4] die Ansicht aussprach, dafs die Härte der Körper auf ihr Ausstrahlungsvermögen von Einflufs sei, so hat doch Melloni [5] zuerst nachzuweisen gesucht, dafs die Veränderungen, welche die Ausstrahlung eines und desselben Körpers durch Ritzen seiner Oberfläche erleidet, nur den Modi-

[1] (P. v. Musschenbroek. Introd. ad philos. natur. 1762. II, 649). — Richmann. Nova Comment. Petropol. T. IV. — Rumford. Phil. Trans. f. 1804, p. 77, 178. — Mém. de l'Instit. VI, 102. — Mém. sur la chaleur. — Gilb. Ann. XVII, 37—40, 218, 219. — Leslie. An experim. inq. etc. p. 6—17, 18, 76—80, 93, 94, 109—111, 268, 274, 315, 332, 334, 338. — A sh. acc. of experim. and instrum. etc. p. 18, 19, 23, 172. — Phil. Trans. f. 1816, P. I. — Senebier. Mém. de l'Acad. de Turin Ann. XIII (1805). — Gehlen's J. f. d. Chem., Phys. u. Miner. VII, 307—318. — Boeckmann. Versuche üb. d. Wärmeleit. versch. Körper. — A. v. Humboldt. Reise in d. Aequin. Gegend. des neuen Contin. IV, 25. — Tredgold. Grundsätze der Dampfheitz. etc. übers. v. Kühn, Leipzig 1826, p. 32. — R. W. Fox. Phil. Mag. 1832. XI, 345, 346. — Edinb. Journ. of sc. N. XVIII, p. 232. — Pogg. Ann. XV, 270. Starck. s. o. p. 289. — H. Hudson. Phil. Mag. ser. 3. 1835. VII, 297. — Bache. s. o. p. 289. — Melloni. Mém. de l'Acad. XIV. — Inst. 89, p. 22. — Pogg. Ann. XXXV, 572; XXXIX, 561. F. de la Provostaye und P. Desains. Ann. d. ch. et de ph. 3. sér. 1846. XVI, 406, 407. — Pogg. Ann. LXIX, 388, 389.

[2] Leslie. An experim. inq. etc. p. 81, 82, 335. — A sh. acc. of experim. and instrum. etc. p. 28. — Melloni. C. R. VII, 298; XXIV, 533, 534. — Ann. de ch. et de ph. LXX, 435. — Inst. No. 241. — Edinb. new phil. journ. No. LII, p. 299. — Pogg. Ann. XLV, 57—64.

[3] Rumford. Mém. sur la chaleur. — Gilb. Ann. XVII, 40. — Leslie. An experim. inq. etc. p. 87, 88, 336. — Despretz. 1817. Ann. de chem. et de ph. VI, 184, 188, 189, 192—194. Bache. Sillim. J. XXX, 16. — Edinb. new phil. journ. No. XLII, 249. — Bibl. univ. 1837. Janv. p. 168. — Melloni. C. R. XX, 575. — Ann. de ch. et de ph. LXXV, 337 ff. — Pogg. Ann. LII, 580; LXV, 101—115.

[4] An experim. inq. etc. p. 90, 91.

[5] s. Note 2.

ficationen seiner Härte und Dichtigkeit [1] an den betreffenden Stellen zuzuschreiben seien.

1) Um diese Wirkungen weiter zu prüfen, liefs der Unterzeichnete einen Leslie'schen Würfel, der aus zwei gegossenen und zwei gewalzten Bleiplatten bestand, und durch siedendes Wasser auf 100° C. erhalten wurde, gegen die Thermosäule ausstrahlen, welche sich in constanter Entfernung von den erhitzten Flächen befand.

Es war anzunehmen, dafs das Blei durch Ritzen mit einem stählernen Instrument verdichtet würde. Nach Melloni mufste also dieses Verfahren die Ausstrahlung der Bleiflächen vermindern, und zwar bei den gegossenen in höherem Grade als bei den gewalzten.

In der That, ritzte man die eine der gegossenen Platten, welche eine Ablenkung von 49° am Thermoskop hervorgebracht hatte, so wurde ihr Ausstrahlungsvermögen dergestalt geschwächt, dafs sie, bei gleicher Entfernung und gleicher Temperatur wie zuvor, nur noch eine Abweichung der Nadel von 48°,25 bewirkte. — Versah man die der Länge nach geritzte Bleiplatte mit Querstreifen, so wurde ihre Ausstrahlung noch geringer. Sie lenkte, bei derselben Stellung gegen die Säule, die Multiplicatornadel nur um 47°,25 ab.

Bei den gewalzten Platten verminderte das einmalige Ritzen die Ablenkung von 50°,5 auf 48°,5. Wurde die Fläche in doppeltem Sinne geritzt, so erhöhte sich das Ausstrahlungsvermögen in dem Grade, um eine Ablenkung von 49°,75 hervorzubringen, was davon herrühren konnte, dafs das Blei durch das Zusammentreffen der aufgeworfenen Ränder der Furchen wieder aufgelockert wurde. Hierin unterschied sich die gewalzte Platte von der gegossenen, bei der auch die Querstreifen die Ausstrahsung schwächten.

Melloni schreibt die Verbesserung, welche die Ausstrahlung

[1] Die Vergröfserung der Oberfläche konnte in diesem Falle keinen Einflufs auf die Wärmestrahlung ausüben, da die ausgesandte Wärmemenge — dem von Lambert (Pyromet. p. 197) aufgestellten und von Leslie (An experim. inq. etc. p. 65, 67, 69, 70, 71, 84) empirisch erwiesenen Satze gemäfs — dem Sinus der Neigung der erhitzten Fläche proportional ist.

einer Kupferplatte beim Ritzen erfährt, dem Umstande zu, dafs dadurch weniger dichte Stellen frei gelegt würden. Ist dies der Fall, so müssen sich die Unterschiede der Ausstrahlung polirter und in ungleicher Weise geritzter Flächen vermindern, wenn man, ohne ihre Unebenheiten zu verändern, diese Platten mit Schichten desselben Metalls überzieht. Dies geschah, indem man Kupfer auf ihnen galvanisch niederschlug.

Während eine polirte Platte von gewöhnlichem gewalztem Kupferblech bei einer Temperatur von 100° C. eine Ablenkung von 29° und eine in doppeltem Sinne gravirte eine Ablenkung von 47°,75 am Thermomultiplicator hervorbrachte, liefs die erstere, nachdem sie galvanisch überzogen war, bei derselben Temperatur und derselben Entfernung von der Säule, die Nadel auf 49°,25; die gefurchte, als sie mit einem gleichen Ueberzuge versehen war, dieselbe auf 51°,5 abweichen. Im ersten Falle betrug die Differenz 18°,75, im letzteren 2°,25.

Die beschriebenen Versuche haben also den von Melloni aufgestellten Satz bestätigt, dafs das Ritzen der Oberfläche nur in sofern auf das Ausstrahlungsvermögen der Körper von Einflufs sei, als es ihre Dichtigkeit und Härte modificire, und zwar dasselbe steigere oder vermindere, je nachdem es die betreffenden Stellen auflockert oder verdichtet.

Der geringeren Dichtigkeit des galvanisch niedergeschlagenen Kupfers im Vergleich mit dem gewalzten kann auch die Steigerung zugeschrieben werden, welche die Ausstrahlung der Metallflächen durch jenen Ueberzug erfährt und die so bedeutend ist, dafs sich die Ablenkung des Thermomultiplicators z. B. bei der glatten Fläche, wie wir sie gesehen haben, von 29° auf 49°,25 erhöhte.

2) In Bezug auf die Vermehrung der Ausstrahlung mit der Dicke der auf einen erhitzten Würfel aufgetragenen Körper wurden Versuche mit den bereits oben erwähnten Substanzen: dem farblosen Firnifs und schwarzen Lack angestellt. Die mit einer Schicht des ersteren überzogene Fläche bewirkte z. B. bei 8 Zoll Entfernung von der Säule eine Abweichung der Galvanometernadel auf 24°, die mit 8 Schichten bedeckte auf 39°.

Vergleicht man diese Steigerung der Ausstrahlung mit der im vorigen Abschnitt nachgewiesenen Steigerung ihrer Erwärmung bei zunehmender Dicke der dabei wirksamen Schichten, so ergiebt sich darin ein neues Moment für die Uebereinstimmung von Wärmeausstrahlung und Absorption.

Es darf jedoch hierbei so wenig wie bei allen übrigen Vergleichen dieser Erscheinungen vergessen werden, dafs sie unbedingt nur für einen und denselbeu Körper gelten, aber nicht allgemein auf verschiedene Substanzen ausgedehnt werden dürfen, wie oftmals versucht worden ist.

3) Zur Entscheidung der Frage, ob das Ausstrahlungsvermögen eines und desselben Körpers verschieden sei, je nachdem er sich durch Strahlen der einen oder andern Wärmequelle zu einem gewissen Grade erhitze, wurde feines Papier auf beiden Seiten so dick mit Kienrufs überzogen, dafs eine direkte Durchstrahlung der Wärme unmöglich war. Setzte man dies unmittelbar vor der Thermosäule den Strahlen einer Argand'schen Lampe oder eines auf 100° C. erhitzten Metallcylinders aus, welche direkt eine gleiche Wirkung auf das Thermoskop ausübten, so erhielt man gewisse Ablenkungen am Multiplicator, welche durch die Erwärmung der Rufsschicht auf der einen und ihre Ausstrahlung von der andern Seite bedingt wurden. Die Wirkung der Absorption war nach früheren Versuchen beide Male dieselbe. Waren also jene Ablenkungen einander gleich, so mufste auch das Ausstrahlungsvermögen in beiden Fällen dasselbe sein. Dies zeigte sich in der That. Die Nadel wich auf 9°,87 ab, man mochte die Strahlen der Argand-schen Lampe oder des erhitzten Cylinders auf die Rufsfläche einwirken lassen, vorausgesetzt, dafs jede dieser Wärmequellen durch direkte Einstrahlung auf die Säule dieselbe Ablenkung von 35° hervorgebracht hatte.

Aehnliches ergab sich, als man Carmin oder schwarzes Papier gegen das Thermoskop ausstrahlen liefs.

Um den Versuch noch direkter anzustellen, erhitzte man die ausstrahlenden Körper auch unmittelbar durch die verschiedenen Strahlen. In diesem Falle erhielt man, wie aus früheren Mittheilungen bekannt ist, ungleiche Angaben des Instruments, wenn

man z. B. Carmin den Strahlen der Argand'schen Lampe oder des auf 100° C. erhitzten Metallcylinders aussetzte. Es fragte sich, ob diese Verschiedenheit nur der ungleichen Absorption der Carminfläche für die verschiedenen Strahlen zuzuschreiben sei, oder ob auch ihr Ausstrahlungsvermögen daran Antheil habe.

Ist die Carminfläche der Säule zu mit Rufs überzogen, während auf der andern Seite die genannten Wärmequellen auf sie einwirken, so rühren die am Galvanometer beobachteten Unterschiede nur davon her, dafs die Carminfläche die Wärme des erhitzten Metallcylinders in höherem Grade als die der Argand-schen Lampe absorbirt. Denn die Ausstrahlung der Kohlenfläche bringt in diesem Falle, wie wir wissen, keine Ungleichheit hervor. Bleibt nun, nach Entfernung der Berufsung, die bezeichnete Differenz der Ablenkungen im Vergleich mit diesen constant, so hat das Ausstrahlungsvermögen beim Carmin keinen Antheil an ihr. Dies ergab die Beobachtung. Die berufste Carminfläche brachte eine Ablenkung von 9°,5 hervor, wenn sie den Strahlen der Argand'schen Lampe; von 10°,87, wenn sie denen des erhitzten Cylinders ausgesetzt war. Die Differenz betrug also 1°,37. Die frei ausstrahlende Carminfläche bewirkte im ersten Falle dieselbe Abweichung der Nadel von 9°,5, im zweiten von 10°,5. Die jetzt, bei gleicher Höhe der Ablenkungen stattfindende Differenz von 1°,0 ist aber von der ersten (1,37) nur um eine Gröfse verschieden, welche innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler liegt.

Dasselbe war beim schwarzen Papier der Fall.

Unter den Umständen, unter welchen dieselben Körper ein ungleiches Absorptionsvermögen zeigen, ist also ihr Ausstrahlungsvermögen ein und dasselbe. Es ist unabhängig von der Natur der Strahlen, durch deren Aufnahme sie sich erwärmt haben.

IV. Vergleich der Wärme, welche von verschiedenen Körpern innerhalb gewisser Temperaturgrenzen ausgestrahlt wird.

Alle früheren Beobachtungen über die Ausstrahlung haben sich nur mit den Wärmemengen beschäftigt, welche von ver-

schiedenen Substanzen bei gewissen Temperaturen ausgesandt werden.

Die folgende Arbeit sollte untersuchen, ob sich die Wärme, welche bei einer und derselben Temperatur oder innerhalb bestimmter Temperaturgrenzen von gewissen Körpern ausstrahlt, als verschiedenartig darstellt, je nachdem sie von dem einen oder andern ausgeht, oder auf ungleiche Weise in ihnen erregt worden ist.

Da unter den Mitteln, welche wir besitzen, die Ungleichheit oder Gleichheit gewisser Wärmestrahlen zu beurtheilen, nämlich der Durchstrahlung und der Absorption, die erstere, ihrer feineren Unterscheidung wegen, bei weitem den Vorzug verdient, so suchte der Verfasser die vorliegende Frage dadurch zu entscheiden, dafs er beobachtete, ob die in den verschiedenen Fällen ausgesandte Wärme durch dieselben diathermanen Körper in ungleichem oder stets in gleichem Verhältnifs hindurchging.

Eine Anzahl adiathermaner Substanzen (Metall, Holz, Porzellan u. s. w.) wurde zuerst durch Leitung auf 100° C. erhitzt, indem man sie auf Metallwürfel auftrug, welche man durch kochendes Wasser bei der genannten Temperatur erhielt. Diese wurden der Thermosäule so lange genähert, bis immer dieselbe Abweichung der Galvanometernadel eingetreten war. Der Versuch hat zu folgendem Ergebnifs geführt. Hatte die Wärme einer Metallfläche, welche durch ein Diaphragma hindurchstrahlte, die Nadel z. B. auf 35° abgelenkt, so ging dieselbe auf 7°,17 zurück, wenn man eine Kalkspathplatte von $3^{mm},7$ Dicke hinter dem durchbrochenen Schirm auf Seiten des Thermoskops einschaltete. Dieselbe Ablenkung erhielt man, wenn statt der Metallfläche: Holz, Porzellan, Leder, Papier, Rufs, Bleiweifs oder irgend eine andere Substanz bei beliebigem Zustande der Rauhheit als ausstrahlende Flächen angewandt wurden. Ebenso wenig waren die von diesen verschiedenen Körpern ausgesandten Wärmestrahlen durch irgend eine andere diathermane Substanz (Glas, Alaun, Gyps u. s. w.) von einander zu unterscheiden.

Dasselbe ergab sich, als man die genannten ausstrahlenden adiathermanen Körper, statt sie durch Leitung zu erwärmen, durch Bestrahlung von verschiedenen Wärmequellen

erhitzt hatte. Man erhielt, wie vorher, stets einen Rückgang der Nadel von 35° auf 7°,08 bis 7°,17, so oft man die Kalkspathplatte zwischen dem erwärmten Körper und der Thermosäule einschaltete, man mochte ihn den Strahlen einer ARGAND'schen Lampe oder eines dunklen Metallcylinders (welche an und für sich sehr bedeutende Unterschiede zeigen) ausgesetzt haben. Auch bei den übrigen diathermanen Körpern waren keine Unterschiede bemerkbar. Durch jede derselben ging die von den verschiedenen Substanzen ausgestrahlte Wärme in gleichem Verhältniſs hindurch, so ungleichartig die Wärmestrahlen auch sein mochten, durch deren Absorption jene Körper sich erhitzt hatten.

Um die Empfindlichkeit des Mittels zu prüfen, welches in diesen Fällen zur Beurtheilung der Gleichheit oder Ungleichheit gewisser Wärmestrahlen angewandt wurde, verfuhr der Verfasser auf folgende Weise.

Es wurde statt der adiathermanen Substanz eine etwas diathermane, z. B. eine Elfenbeinplatte von 1mm,7 Dicke vor einer ARGAND'schen Lampe (beide auf derselben Seite eines durchbrochenen Schirmes) aufgestellt und ihr dieselbe so lange genähert, bis die direkte Ablenkung von 35° hervorgebracht und die Nadel auf diesem Punkte zur Ruhe gekommen war. Diese Ablenkung rührte sowohl von der eigenen Wärme der Elfenbeinplatte, als auch von der sie durchdringenden Wärme der Lampe her. Man hatte es also mit einem Gemisch von Strahlen zu thun, welche sich in ihrer Durchgangsfähigkeit unterschieden. — Denn die Strahlen eines Körpers unter 115° C., welche direkt die Nadel auf 35° abgelenkt haben, bringen z. B. nach ihrem Durchgange durch Kalkspath eine Abweichung von 7°,08—7°,17, dagegen die der ARGAND'schen Lampe, bei gleicher direkter Einwirkung, nach ihrem Durchgange durch dieselbe Platte, eine Abweichung von 20°,1 hervor. Trat nun ein Theil dieser Strahlen zu jenen hinzu, um mit ihnen gemeinschaftlich die direkte Ablenkung von 35° hervorzubringen, so muſste, wenn die Methode empfindlich genug war, unter diesen Umständen eine andere Abweichung als 7°,08—7°,17 eintreten, wenn die Kalkspathplatte an derselben Stelle eingeschaltet wurde. In der That war dies der Fall. Man erhielt eine Ablenkung von 11°,6.

Aehnliches zeigte sich, wenn die Elfenbeinplatte gegen schwarzen undurchsichtigen Lack oder undurchsichtiges Glas, Postpapier oder andere, wenig diathermane Schirme vertauscht wurde. Die grofsen Unterschiede, welche in Hinsicht der Durchstrahlung bei dieser Gelegenheit beobachtet wurden, haben dem Verfasser die Ueberzeugung verschafft, dafs sich auch bei den vorigen Versuchen Verschiedenheiten gezeigt haben würden, wenn sie überhaupt existirten.

Dafs die eben erwähnten Unterschiede in der That von der Diathermanität der ersten Schirme herrührten, welche einem Theile der Strahlen der ursprünglichen Wärmequelle den Durchgang gestatteten, läfst sich durch folgendes Verfahren mit Sicherheit nachweisen.

Setzt man irgend einen Körper, ausgenommen Rufs und Metall, vor dem geschwärzten Thermoskop nach einander den Strahlen verschiedener Wärmequellen z. B. einer Argand'schen Lampe und eines auf 100° C. erhitzten Metallcylinders aus, welche direkt eine gleiche Wirkung auf das Instrument ausüben, so zeigt dasselbe verschiedene Grade an. Diese Differenz der Angaben kann entweder davon herrühren, dafs die eingeschaltete Substanz adiatherman ist, und sich unter dem Einflufs verschiedener Wärmequellen in ungleichem Grade erhitzt, oder dafs sie diatherman ist und die verschiedenen Wärmestrahlen in ungleicher Weise hindurchläfst, oder endlich, dafs die beobachteten Wirkungen auf das Thermoskop theils durch die eigene Erwärmung der Schirme, theils durch die sie durchdringenden Strahlen hervorgebracht werden.

In dem vorliegenden Falle kam es darauf an, sich mit Sicherheit von dem Antheil dieser letzteren zu überzeugen. Zu dem Ende wurden die eingeschalteten Substanzen auf Seiten des Thermoskops berufst und so die Durchstrahlung, falls sie stattfinden sollte, aufgehoben. Die Verschiedenheiten, welche jetzt beim Einschalten des zu untersuchenden Körpers auftreten, können nur seiner ungleichen Erwärmung zugeschrieben werden.

Ist er adiatherman, so bleiben diese Unterschiede, wie im vorigen Abschnitt gefunden wurde, auch beim Entfernen des Rufsüberzuges dieselben. Ist er aber diatherman, so gehen

darin durch den Hinzutritt der hindurchgelassenen Wärme mancherlei Veränderungen vor, welche sich am deutlichsten an einem Beispiel werden darstellen lassen.

War die Galvanometernadel durch die direkte Einwirkung der Wärmequelle auf 40° abgelenkt worden, so stellte sie sich beim Einschalten des der Thermosäule zu berufsten Elfenbeins in Folge seiner Erwärmung auf 10° ein, wenn die ARGAND'sche Lampe; auf 10°,87, wenn der dunkle Cylinder auf dasselbe einstrahlte. Dagegen wich sie im ersten Falle auf 11°,87, im zweiten auf 10°,5 ab, sobald man den Rufsüberzug fortnahm. Dies ist ein untrüglicher Beweis, dafs beim Entfernen der Rufsschicht eine Durchstrahlung eintritt, welche der Erwärmung entgegenwirkt, und in dem Grade überwiegt, dafs sie den Einflufs der ungleichen Absorption nicht allein überwindet, sondern sogar ein Umschlagen der Differenz auf die andere Seite herbeiführt. Aehnliche Verschiedenheiten zeigten sich, bisweilen auch in dem Sinne, dafs die zuerst beobachtete Differenz beim Abnehmen der Berufsung gesteigert wurde, beim schwarzen undurchsichtigen Lack, beim undurchsichtigen Glase, Postpapier und den übrigen Substanzen, deren man sich als erste Schirme bei der obigen Untersuchung bedient hatte.

Es ist somit erwiesen, dafs die grofsen Verschiedenheiten, welche sich beim Durchgange der Wärme durch Kalkspath, Glas, Alaun, Gyps u. s. w. herausstellten, als man jene Substanzen den Strahlen der ARGAND'schen Lampe aussetzte, nur von der sie durchdringenden Wärme, nicht aber davon herrührten, dafs die von ihnen ausgesandte in ungleichem Verhältnifs durch die genannten Medien hindurchgegangen wäre.

Die Wärme, welche von diathermanen Körpern bei beliebiger Dicke ausgestrahlt wird, nachdem man sie z. B. durch Leitung erhitzt hat, so wie die durch den Lebensprocefs entwickelte, ist mittelst Durchstrahlung nicht von der zuvor untersuchten Wärme adiathermaner Körper zu unterscheiden.

Nimmt man hierzu die Erfahrung, dafs alle diese Strahlen (bei übereinstimmender Intensität) eine und dieselbe Substanz auch in gleichem Grade erwärmen, wie sie eine und dieselbe diathermane auf gleiche Weise durchdringen, so ist das Gesammt-

resultat dieser Beobachtungen: dafs die von den verschiedensten, bisher untersuchten festen Körpern bei ungleicher Dicke und ungleicher Beschaffenheit ihrer Oberfläche ausgesandte Wärme durch die uns bis jetzt zu Gebote stehenden Mittel als gleichartig erkannt worden ist, auf welche Weise sie auch, innerhalb der Grenzen dieser Versuche (d. h. zwischen 30° C. und 115° C.) in ihnen erregt worden sein mag.

Hieraus ergiebt sich zugleich ein neues Mittel zu untersuchen, ob ein Körper Wärmestrahlen überhaupt hindurchlasse oder nicht.

Gesetzt man solle entscheiden, ob Elfenbein diatherman ist. So erwärme man irgend eine als adiatherman bekannte Platte, z. B. von Holz, Pappe oder Kohle, dergestalt durch die Strahlen einer Argand'schen Lampe, dafs ihre Ausstrahlung gegen die Säule durch ein Diaphragma hindurch eine bestimmte Ablenkung, z. B. von 35° am Multiplicator hervorbringt. Darauf schalte man vor dem Thermoskop, diesseits des durchbrochenen Schirmes, nach einander diathermane Substanzen ein. Die Nadel weicht alsdann zurück, z. B. beim rothen Glase von 1mm,5 Dicke auf 10°,25. Ebenso wie mit der adiathermanen Fläche verfahre man mit der Elfenbeinplatte. Man bringe sie in eine solche Stellung zur Argand'schen Lampe und zur Thermosäule, dafs, wie vorher, eine Abweichung der Galvanometernadel um 35° erzeugt wird, welche in diesem Falle möglicher Weise, aufser von der Erhitzung der Elfenbeinplatte, von der durch sie hindurchgehenden Wärme der Flamme herrühren kann. Durchdringen nun die Wärmestrahlen, welche die Nadel unter solchen Umständen auf 35° abgelenkt haben, die diathermanen Körper in demselben Verhältnifs wie die vorher von der adiathermanen Fläche ausgesandten, so ist auch das Elfenbein adiatherman. Gehen sie aber auf andere Weise, wie die vorigen, durch die diathermanen Medien hindurch, so ist damit die Diathermanität der Elfenbeinplatte erwiesen. Die Beobachtung ergab, beim Einschalten des rothen Glases, anstatt 10°,25, 13°,62 und ähnliche Verschiedenheiten zeigten sich bei den andern diathermanen Substanzen. Das El-

fenbein war also diatherman. Das Kriterium zur Entscheidung jener Frage ist sonach kurz dieses:

Ist die Wärme, welche an der zu prüfenden Platte austritt, wenn sie den Strahlen einer ARGAND'schen Lampe ausgesetzt wird, mittelst Durchstrahlung nicht von der Wärme irgend eines als adiatherman bekannten Körpers zu unterscheiden, so ist die Platte selbst adiatherman. Treten Verschiedenheiten auf, so ist sie diatherman.

Dieser Satz konnte erst aufgestellt werden, seitdem man wufste, dafs die eigene Wärme verschiedener Substanzen unter 115° C. dergleichen Unterschiede nicht herbeiführt.

V. Vergleich der von verschiedenen Körpern diffus reflektirten Wärme.

Die nach allen Seiten gerichtete (sogenannte diffuse) Reflexion ist, wie bekannt, von derjenigen zu unterscheiden, welche unter einem bestimmten Winkel nur an spiegelnden Flächen erfolgt [1].

Die letztere ist in Bezug auf die Wärme seit längerer Zeit der Gegenstand mannigfacher Untersuchungen gewesen, aus denen sich ergiebt, dafs die Intensität der zurückgesandten Wärme von der Natur der reflektirenden Körper [2], dem Zustande ihrer Oberfläche [3], so wie der Neigung der einfallenden Strahlen gegen diese Flächen abhängt [4], dafs aber die Wärme verschiedener

[1] MELLONI. Ann. de ch. et de ph. LXXV, 337 ff. — POGG. Ann. LII, 432—435, 582, 583.

[2] P. v. MUSSCHENBROEK. Introd. ad philos. natur. 1762. II, 653. — LESLIE. An experim. inq. etc. 1804, p. 98. — A sh. acc. of exper. and instrum. etc. p. 24. — NOBILI und MELLONI. Ann. de ch. et de ph. XLVIII, 198 ff. — POGG. Ann. XXVII, 450, 451. — Rev. encycl. LI, 568. — MELLONI. Inst. No. 89, p. 22 ff. — POGG. Ann. XXXV, 569, 570. — BUFF. Wöhl. u. Lieb. Ann. d. Pharm. XXXII, 165—167.

[3] P. v. MUSSCHENBROEK. Introd. ad philos. nat. II, 654. — LESLIE. An experim. inq. etc. p. 99. — NOBILI und MELLONI. Ann. de ch. et de ph. XLVIII, 198 ff. — POGG. Ann. XXVII, 451. — MELLONI. C. R. XII, 375 ff. — POGG. Ann. LIII, 272. — BUFF. Wöhl. u. Lieb. Ann. XXXII, 166.

[4] FORBES. Proc. of the roy. soc. of Edinb. 1839. March. — BUFF. Wöhl. u. Lieb. Ann. XXXII, 166—169.

Quellen (an allen Körpern) dieser Reflexion auf gleiche Weise unterworfen ist [1]. Es hängt damit zusammen, dafs eine Summe ungleichartiger Wärmestrahlen dadurch in ihren Eigenschaften, z. B. in ihrer Fähigkeit, gewisse diathermane Körper zu durchdringen, nicht verändert wird, wie Versuche von Melloni [2] gezeigt haben, der sich zu diesem Zwecke wohl polirter Metallspiegel bediente.

Ueber die an rauhen Flächen eintretende diffuse Reflexion sind zuerst von Herschel [3] und Leslie [4] Beobachtungen angestellt worden, welche jedoch nicht zu reinen Resultaten führen konnten, da in ihnen niemals die von jenen Flächen ausgestrahlte eigene Wärme von der zurückgeworfenen geschieden wurde. Mit Sicherheit ist die Diffusion erst von Melloni [5] nachgewiesen, der die eigenen Wärmestrahlen der reflektirenden Körper durch einen Glasschirm vom Thermoskop zurückhielt, während die z. B. von einer weifsen Platte diffus reflektirte Wärme einer

[1] Accad. del Cimento. Saggi di natur. esper. a cart. 176. — Mariotte. Mém. de l'Ac. d. sc. à Par. ann. 1682. — Traité des couleurs. Par. 1686. II, prem. disc. — Oeuvr. de Mariotte. à la Haye. 1740. p. 288. — Zahn. Ocul. artific. teledioptr. Herbip. 1685, Norimb. 1702. — Lamb. Pyromet. p. 211. — Gehlen's Journ. f. d. Ch., Phys. u. Min. VII, 202. — du Fay. Mém. de l'Ac. 1726. — Cassini. Ebend. 1747, p. 25. — Scheele. Chem. Abh. v. Luft u. Feuer. p. 57, 59—63. — Lambert. Pyrometr. p. 201 ff. — Pictet. Essai sur le feu. §. 49, 51, 53, 69. — Essais de Phys. I, 63. — Bibl. brit. — Bullet. des sciences. No. 62. — Gilb. Ann. XIII, 120. — Sir W. Herschel. Phil. Trans. f. 1800, Pt. II. No. 13 u. 15. — Gilb. Ann. VII, 151—153; X, 71—76, 80. — Rumford. Mém. sur la chaleur. — Leslie. An experim. inq. etc. — A sh. acc. of experim. and instrum. etc. — Wünsch. 1807. Gilb. Annal. XXVI, 326—328. — Maycock. Nicholson's Journ. XXVI, 75. — Bibl. brit. XLV, 213. — H. Davy. Elem. of chem. philos. I. — Nobili und Melloni. Ann. de ch. et de ph. XLVIII, 198 ff. — Pogg. Ann. XXVII, 450. — Melloni und Biot. Mém. de l'Acad. XIII, XIV. — Pogg. Ann. XXXVIII, 28—31, 32—34, 39—47. — Melloni. C. R. I, 300—304; X, 542, 826. — Ann. de ch. et de ph. LX, 402 ff. Inst. No. 130, p. 355. — Bibl. univ. 1835. — Pogg. Ann. XXXVII, 212—217; XLIII, 285; LI, 73.

[2] Inst. No. 89, p. 22 ff. — Pogg. Ann. XXXV, 575, 576.

[3] Phil. Trans. f. 1800. Pt. III. No. 19. — Gilb. Ann. XII, 542 ff.

[4] An experim. inq. etc. p. 459, 460.

[5] Ann. de ch. et de ph. LXXV, 337 ff. — Pogg. Ann. LII, 429—433.

Flamme, welche das Glas durchdrang, eine merkliche Wirkung auf das Instrument ausübte.

Wie bei der Reflexion unter bestimmtem Winkel ist natürlich auch bei der diffusen die Intensität der zurückgeworfenen Wärme nach der Eigenthümlichkeit der reflektirenden Körper und der Beschaffenheit ihrer Oberfläche verschieden, ein Resultat, das namentlich aus den bereits angeführten Absorptionserscheinungen hervorgeht, denen die Reflexionsphänomene complementar sind [1]. Die Gröfse des Einfallswinkels der zur diffus reflektirenden Fläche gelangenden Strahlen hat in diesem Falle auf die Intensität der zurückgesandten einen sehr geringen Einflufs. Ein wesentlicher Unterschied von der spiegelnden Reflexion ist aber der, dafs bei der diffusen verschiedenartige Wärmestrahlen auf ungleiche Weise von einem und demselben Körper zurückgeworfen werden [2]. Nur Metallplatten reflektiren bei rauher Oberfläche die Wärme aller Quellen in gleichem Grade [3], während Rufs eine kaum merkbare Diffusion zeigt [4].

Die vom Berichterstatter angestellten Untersuchungen haben ergeben:

1) dafs die strahlende Wärme durch diffuse Reflexion von einigen Körpern gar nicht, von anderen in hohem Grade und in mannigfacher Weise der Art verändert wird, dafs sich die von verschiedenen Körpern diffus reflektirten Strahlen mittelst diathermaner Substanzen sowohl unter sich, als auch von den nicht reflektirten unterscheiden lassen;
2) dafs diese Veränderungen eben so wohl von der Natur der Wärmequellen wie von der Beschaffenheit der reflektirenden Körper abhängen;
3) dafs sie nur Folge einer auswählenden Absorption der re-

[1] Rumford. Mém. sur la chaleur. — Leslie. An exper. inq. etc. p. 96. — Melloni. Ann. de ch. et de ph. LXXV, 337 ff. Pogg. Ann. LII, 428, 440, 583.

[2] Melloni. C. R. X, 544. — Ann. de ch. et de ph. LXXV, 337 ff. Pogg. Ann. XLIII, 284; LII, 439—442, 577, 580—582.

[3] Melloni. Ann. de ch. et de ph. LXXV, 337 ff. — Pogg. Ann. LII, 580—583 (vergl. oben p. 289, Note 3, Ausnahme).

[4] Melloni. Ann. de ch. et de ph. LXXV, 337 ff. — Pogg. Ann. LII, 431, 432, 439—443, 577, 582.

flektirenden Flächen für gewisse, ihnen zugesandte Wärmestrahlen sind.

Wir übergehen die ausführliche Darstellung dieser Untersuchungen, welche in den gedachten Abhandlungen enthalten ist, da ihre Hauptresultate bereits in dem Jahresbericht von 1845, p. 366 bis 370 aufgenommen worden sind, wodurch dem Zwecke dieser Mittheilungen genügt ist.

Schon aus den Absorptionserscheinungen konnte man schliessen, dafs die Diffusion der Wärme von der Temperatur ihrer Quelle unabhängig sei. Die direkte Untersuchung der letzteren hat dies bestätigt und somit alle in dieser Hinsicht bestehenden Zweifel [1] beseitigt.

Sie hat aufserdem aufs Ueberzeugendste dargethan, dafs, mit Ausnahme von Kohle und Metall, von keinem Körper gesagt werden könne, dafs er die Wärme überhaupt besser oder schlechter als ein anderer reflektirt, weil sich dies Verhältnifs mit jeder Bestrahlung ändert.

Wir müssen schliefslich noch auf eine frühere Bemerkung zurückkommen. Man erklärt bekanntlich, wie bereits oben berührt, die verschiedenen Farben, in denen undurchsichtige, diffus reflektirende Flächen unserm Auge erscheinen, in der Regel durch die Annahme [2], dafs nur gewisse Strahlen von ihnen zurückgeworfen, andere dagegen absorbirt werden. Seitdem die Verschiedenheiten, welche die Wärme nach der Reflexion von dem einen oder andern Körper zeigt, durch das Experiment als Folge einer solchen auswählenden Absorption erkannt worden sind, hat jene Annahme, bei der grofsen Analogie, welche die sichtbaren und wärmenden Strahlen in so vieler Beziehung und besonders in ihrem Verhalten nach der diffusen Reflexion selbst darbieten, den höchsten Grad von Wahrscheinlichkeit erlangt. Es ist daher bis jetzt kein hinreichender Grund vorhanden, ihr zu Gunsten einer Hypothese zu entsagen, welche wie die des Hrn. Leedom

[1] Melloni. Ann. de ch. et de ph. LXXV, 337 ff. — Pogg. Ann. LII, 442.

[2] Deren Richtigkeit sich bisher, aus Mangel an einem zuverlässigen Photometer, noch nicht mit Sicherheit erweisen liefs.

(s. oben) bisher durch keine Erfahrung oder Consequenz in gleichem Grade gerechtfertigt ist.

VI. Ueber Wärmequellen.

Wenn nun die Wärmestrahlen bei der diffusen Reflexion nicht eine eigentliche Umwandlung, sondern nur eine Absorption erleiden, vermöge deren gewisse Strahlen dabei unterdrückt, andre unverändert reflektirt werden, so folgt daraus, dafs, wenn z. B. die vom Carmin zurückgeworfenen Strahlen einer ARGAND'schen Lampe ein anderes Verhalten beim Durchgange durch diathermane Substanzen, als die vom schwarzen Papier reflektirten zeigen, dies nur darin seinen Grund haben kann, dafs schon die genannte Wärmequelle verschiedenartige Strahlen enthält, von denen gewisse von Carmin, andere von schwarzem Papier reflektirbar sind. Je mannigfaltiger die Unterschiede sind, welche nach der Reflexion von verschiedenen Körpern auftreten, desto mannigfaltiger müssen also auch die von der Wärmequelle ausgehenden Strahlen sein.

Nun hatte sich gezeigt [1], dafs die Verschiedenheiten, welche die Wärme des rothglühenden Platins nach der Reflexion von einer gewissen Anzahl ungleichartiger Körper (bei der Durchstrahlung durch diathermane Medien) zu erkennen giebt, sämmtlich geringer als die sind, welche die von denselben Flächen zurückgeworfene Wärme der ARGAND'schen Lampe wahrnehmen läfst, und ferner, dafs die unter denselben Umständen bei der Alkoholflamme auftretenden Unterschiede insgesammt kleiner als die beim glühenden Platin beobachteten sind. Aufserdem hatte sich ergeben, dafs die Wärme eines auf 100° C. erhitzten Metallcylinders nicht die mindesten Verschiedenheiten zeigt, von welcher der verschiedenen Flächen sie auch reflektirt sein mag. Man mufs daher schliefsen, d a f s d i e M a n n i g f a l t i g k e i t d e r a u s g e s a n d t e n S t r a h l e n b e i d e r ARGAND's c h e n L a m p e a m g r ö f s t e n i s t, g e r i n g e r b e i m g l ü h e n d e n P l a t i n, n o c h g e r i n g e r b e i d e r A l k o h o l f l a m m e, u n d g ä n z l i c h v e r s c h w u n d e n b e i d e m a u f 100° C. e r h i t z t e n C y l i n d e r.

[1] Vergl. Jahresber. v. 1845, p. 368.

Verbindet man hiermit das oben gewonnene Resultat, wonach die von den verschiedensten festen Körpern zwischen 30° C. und 115° C. ausgestrahlte Wärme als gleichartig erkannt worden ist, so geht daraus hervor, dafs innerhalb dieser Temperaturen die von ihnen allen ausgesandten Wärmestrahlen — um in einem Ausdruck zu reden, welcher an die Melloni'sche Terminologie erinnert — „gleichfarbig und einfarbig" sind. Man ist also hier an eine gewisse Grenze getreten, bei der jede Verschiedenheit der Wärmestrahlen verschwindet.

Um zu prüfen, wie sich die Mannigfaltigkeit der von einem und demselben Körper ausgesandten Wärmestrahlen mit seiner Temperatur ändert, erhitzte der Verfasser, wie bei früheren Versuchen, eine Platinspirale auf eine Temperatur unter 115° C., dann zum Roth-, Gelb- und Weifsglühen.

Wurde die Wärme des Platins unter 115° C. dergestalt diffus reflektirt, dafs die zurückgeworfenen Strahlen eine Ablenkung von 20° am Thermomultiplicator hervorbrachten, so erhielt man z. B. beim Einschalten des Kalkspaths eine Abweichung der Nadel von 5°,17 bis 5°,42, an welcher Fläche auch die Reflexion stattgefunden haben mochte. Aehnliches war bei andern diathermanen Substanzen der Fall.

War aber die Wärme des rothglühenden Platins von denselben Körpern reflektirt worden, so traten, wie bekannt, sehr wahrnehmbare Unterschiede bei der Durchstrahlung auf. So liefs z. B. der Antheil der unreflektirten Wärme, welcher durch Kalkspath hindurchging, die Nadel auf 8°,67, der Antheil der von schwarzem Papier reflektirten sie auf 7°,83 und der von Carmin zurückgesandten sie auf 11°,42 abweichen, sofern die durch direkte Einstrahlung bewirkte Ablenkung wie vorher 20° betrug.

Beim gelbglühenden Platin wurden diese Verschiedenheiten noch gröfser. Während nämlich die unreflektirte, durch Kalkspath hindurchgehende Wärme die Galvanometernadel auf 6°,08 ablenkte, brachte die von schwarzem Papier zurückgeworfene eine Abweichung von 5°,17, die von Carmin reflektirte von 9°,75 hervor, vorausgesetzt, dafs die direkte Einwirkung auf die Thermosäule die Nadel wieder auf 20° abgelenkt hatte. Aufser-

dem stellten sich die von gewissen Flächen reflektirten Wärmestrahlen, welche vorher nicht zu unterscheiden waren, jetzt als ungleichartig dar.

Liefs man endlich die Wärme des zum Theil weifsglühenden Platins von denselben Körpern wie die des dunkeln, roth- und gelbglühenden reflektiren, so boten sich beim Durchgange durch die diathermanen Medien noch gröfsere Unterschiede dar. So kehrte die Nadel beim Einschalten des Kalkspaths von 20° auf 9°,42 zurück, wenn jene Strahlen unreflektirt, von 20° auf 7°,5, wenn sie von schwarzem Papier zurückgeworfen und von 20° auf 13°,67, sobald sie von Carmin diffus reflektirt waren.

Wenn man bedenkt, dafs die unter solchen Umständen auftretenden Verschiedenheiten nicht in einzelnen, wenig entscheidenden Fällen, sondern durchweg beim rothglühenden Platin gröfser als beim dunkeln, beim gelbglühenden gröfser als beim rothglühenden, und beim weifsglühenden gröfser als beim gelbglühenden sind, so wird der Schlufs gerechtfertigt erscheinen, dafs die vom rothglühenden Platin ausgesandte Wärme mannigfaltiger als die vom dunkeln ausgehende ist, die des gelbglühenden mannigfaltiger als die des rothglühenden und die vom weifsglühenden Platin ausgesandte mannigfaltiger als die, welche in allen übrigen Zuständen ausgestrahlt wird.

Die Mannigfaltigkeit der von einem Körper ausgesandten Wärme zeigt sich mithin, wie zu vermuthen war, bei höheren Wärmegraden gröfser als bei niederen. Aber sie wächst weder bei einem und demselben Körper beständig mit der Temperatur, wie daraus hervorgeht, dafs sie z. B. ungeändert bleibt, bis sein Wärmegrad etwa 115° C. überschreitet, noch ist sie bei verschiedenen Wärmequellen, bei denen noch mancherlei andere Umstände mitwirken, immer auf Seiten derjenigen gröfser, welche die höhere Temperatur hat. Zum Ausstrahlungsvermögen steht die Mannigfaltigkeit einer Wärmequelle, nach den bisherigen Versuchen, durchaus nicht in wahrnehmbarer Beziehung.

Wir stellen zum Schlufs die Hauptresultate zusammen, welche sich aus den so eben mitgetheilten Untersuchungen ergeben haben.

1. Es läfst sich durch zwei neue Mittel mit Sicherheit entscheiden, ob ein Körper Wärmestrahlen hindurchläfst oder nicht. (p. 300, 303.)

2. Der Durchgang der strahlenden Wärme durch diathermane Körper steht nicht in direkter Beziehung zur Temperatur ihrer Quelle, sondern hängt nur von der Beschaffenheit der diathermanen Substanz ab, welche von gewissen Wärmestrahlen in höherem Grade als von andern durchdrungen wird, diese mögen bei niederer oder höherer Temperatur entstanden sein. (p. 287, 288.)

3. Die Erhitzung eines Körpers durch strahlende Wärme ist, bei stets gleicher Intensität der auf ihn eindringenden Strahlen unabhängig von der Temperatur ihrer Quelle, und wird allein durch die Natur des absorbirenden Körpers bedingt, welcher für gewisse Strahlen mehr als für andere empfänglich ist. (p. 290.)

4. Ein Körper erwärmt sich innerhalb gewisser Grenzen desto mehr, je dicker er ist, und zwar in um so höherem Grade, je weniger er für die ihm zugesandten Strahlen diatherman ist. (p. 291, 292.)

5. Wärme-Absorption und Ausstrahlung entsprechen einander nur so weit, als sie Funktionen eines und desselben Körpers sind, und die Natur der Wärmestrahlen dabei nicht in Betracht kommt. (p. 296.)

6. Der von Melloni aufgestellte Satz hat sich bestätigt, dafs das Ritzen der Oberfläche eines Körpers nur in sofern auf das Wärmeausstrahlungsvermögen von Einflufs ist, als es die Dichtigkeit und Härte modificirt, und zwar dasselbe steigert oder vermindert, je nachdem es die betreffenden Stellen auflockert oder verdichtet. (p. 295.)

7. Das Ausstrahlungsvermögen eines Körpers ist von der Natur der Wärmestrahlen unabhängig, durch deren Absorption er sich erwärmt. (p. 297.)

8. Die von den verschiedensten festen Körpern bei ungleicher Dicke und ungleicher Beschaffenheit ihrer Oberfläche ausgestrahlte Wärme ist durch die uns bis jetzt zu Gebote stehenden Mittel als gleichartig und einfach erkannt worden, auf welche Weise sie auch innerhalb der Grenzen der bisherigen Versuche,

d. h. zwischen 30° und 115° C. in ihnen erregt worden sein mag. (p. 302, 308.)

9. Die Diffusion, welche die Wärme an rauhen Oberflächen erleidet, steht in keinem Zusammenhange mit der Temperatur ihrer Quelle. (p. 306.)

10. Die strahlende Wärme wird durch diffuse Reflexion in sehr verschiedener Weise von einigen Körpern in hohem Grade, von andern gar nicht verändert. Bei einer und derselben Substanz sind diese Modifikationen von dem Zustande ihrer Oberfläche unabhängig. (p. 305 u. Jahresber. v. 1845, p. 367.)

11. Die Veränderungen der Wärme bei diffuser Reflexion werden eben so wohl durch die Natur der Wärmequellen wie durch die Beschaffenheit der reflektirenden Körper bedingt. (p. 305 u. Jahresber. v. 1845, p. 368.)

12. Sie sind nur Folge einer auswählenden Absorption der reflektirenden Körper für gewisse ihnen zugesandte Wärmestrahlen. (p. 305, 306 u. Jahresber. v. 1845, p. 370.)

13. Die Mannigfaltigkeit der von einem und demselben Körper ausgehenden Wärmestrahlen ist bei höheren Wärmegraden gröfser als bei niederen, wächst aber nicht beständig mit der Temperatur und steht nicht in wahrnehmbarer Beziehung zum Ausstrahlungsvermögen. (p. 309.)

Im Begriff, eine gröfsere Arbeit über die Beugung der Wärmestrahlen zu veröffentlichen, will der Unterzeichnete hier nur die Beobachtung anführen, durch welche er zuerst auf die Entdeckung jener Erscheinung geführt worden ist und die er bereits am 7. August 1846 der physikalischen Gesellschaft mitgetheilt hat. Es wurde mittelst eines linearen Thermoskops die Ausbreitung der von der Sonne ausgehenden Wärmestrahlen gemessen, nachdem sie durch einen Spalt hindurchgegangen waren. Hierbei ergab sich, dafs diese Ausbreitung beim Verengen des Schnitts nur bis zu einer gewissen Grenze vermindert wird, von da an aber beständig zunimmt, bis der Schnitt vollkommen geschlossen ist. Dies ist eine Erscheinung, welche nur von einer Beugung der Wärmestrahlen herrühren kann. *Dr. H. Knoblauch.*

---

6. Wirkungen der Wärme.

Einfluſs der Wärme auf die Capillaritätserscheinungen s. p. 14.
Ausdehnungserscheinungen s. p. 29.
Einfluſs der Wärme auf die Elasticität und Dichtigkeit der Gase und Dämpfe s. 102.
Veränderung des Aggregatzustandes durch die Wärme s. p. 112.

W. R. Grove. On certain phenomena of voltaic ignition and on the decomposition of water into its constituent gases by heat. Phil. mag. XXX. 58*; Inst. No. 670, p. 371*; No. 683, p. 44*; No. 693, p. 131*; Athenäum 1846; Arch. d. sc. ph. et nat. III. 37*; Ann. de ch. et de ph. XIX. 253*; Pogg. Ann. LXX. 447*; Dingl. p. J. CIII. 464*.

V. Regnault. Mémoire sur la mesure des températures. C. R. XXIII. 837*; Inst. No. 670, p. 365*.

C. Bernoulli. Zur industriellen Wärmelehre. Pol. Notizbl. I. 261*.

W. R. Grove. Zersetzung des Wassers durch Hitze.

Bekanntlich verbindet sich Wasserstoff mit Sauerstoff sehr leicht, wenn man es anzündet, d. h. wenn man es erwärmt. Hr. Grove hat eine Methode gefunden, bei Anwendung welcher dasselbe Agens, die Wärme, gerade das Umgekehrte, nämlich die Zersetzung des Wassers in seine Elemente veranlaſst. Wenn man durch einen Draht, welcher in einer Atmosphäre von Wasserdampf sich befindet, einen elektrischen Strom leitet, so daſs der Draht ins Glühen kommt, so erzeugt sich eine kleine Menge Knallgas, die sich jedoch nicht vermehrt, wenn man auch den Draht lange Zeit im Glühen erhält.

Diese Knallgaserzeugung könnte man der zersetzenden Wirknng der Elektricität zuschreiben; allein es ist Hrn. Grove gelungen, auch ohne Anwendung eines Stromes dasselbe Resultat zu erzielen. Er giebt mehrere Methoden dafür an. Ich begnüge mich hier der einfachsten Erwähnung zu thun. Ein Platindraht wird vor dem Knallgasgebläse geschmolzen, so daſs sich eine Platinkugel von der Gröſse eines Pfefferkorns an seinem Ende bildet. Diese Kugel wird beinahe bis zum Schmelzen erhitzt, und

nun plötzlich in luftfreies Wasser von 93° C. so getaucht, dafs die sich erzeugenden Glasblasen in einem Rohre aufgefangen werden können. Dieses Gas ist Knallgas, welches meist Spuren von Stickstoff und Sauerstoff enthält, die von der aus dem Wasser nicht vollständig ausgetriebenen Luft herrühren.

Dr. W. Heintz.

Von der Abhandlung des Hrn. Regnault ist bis jetzt nur der Titel bekannt geworden.

Der Aufsatz des Hrn. Bernoulli bespricht mehrere bekannte und bei verschiedenen technischen Operationen wichtige Wirkungen der Wärme, ohne indessen eine neue Thatsache anzuführen.

Dr. G. Karsten.

---

7. Theorie der Wärme.

Destocquois. Sur l'intégration des équations du mouvement de la chaleur et des vibrations des fluides élastiques. C. R. XXIII. 766* und 974*.

L. Wilhelmy. Die Wärme als Maafs der Cohäsion. Heidelberg 1846. 8°*.

E. Wartmann. De la méthode dans le calorique. Arch. d. sc. nat. II. 25*.

Von der Arbeit des Hrn. Destocquois ist nur der Titel bekannt geworden.

L. Wilhelmy. Die Wärme als Maafs der Cohäsion.

Der Hr. Verfasser geht von der zwiefachen Annahme aus, dafs eine constante Wärmemenge stets einen constanten Antheil der Cohäsion eines festen oder flüssigen Körpers aufhebe, und dafs die Cohäsion bei einem bestimmten Wärmegrade in umgekehrtem Verhältnifs zum Volumen des Körpers stehe. Auf diese

Weise gelangt er zu Formeln, welche 1) die Cohäsion eines Körpers durch die Wärmemenge messen, die bei einer gewissen Temperatur im Stande sein würde, sie vollkommen zu vernichten; 2) auf Grund dieser Werthe das Volumen eines Körpers bei verschiedenen Wärmegraden in hinreichender Uebereinstimmung mit der Beobachtung berechnen lassen.

Bei den luftförmigen Körpern wird statt der Cohäsion ein dem Volumen bei verschiedenen Temperaturen proportionales Ausdehnungsstreben angenommen nnd die demselben entsprechenden Werthe in einigen Fällen bestimmt.

In Bezug auf die Dämpfe stellt Hr. Wilhelmy gewisse neue Annahmen und Formeln zur Berechnung ihrer Spannkraft auf.

Wir beschränken uns auf diese Andeutungen, um nicht dem Verfasser, welcher selbst Mitglied der physikalischen Gesellschaft ist, durch eine ausführlichere Mittheilung vorzugreifen, der wir nach seiner Rückkehr entgegensehen.

E. Wartmann. Ueber die Methode in der Wärmelehre.

Nachdem Hr. Wartmann diejenige Eintheilung aufgestellt hat, welche er bei einer Behandlung der verschiedenen Wärmeerscheinungen selbst für die geeignetste hält, bespricht er die Anordnung, welche Hr. Zantedeschi in seiner Schrift: *Trattato del calorico e della luce. Venezia 1846* gewählt hat.

Dr. H. Knoblauch.

Fünfter Abschnitt.

Elektricitätslehre.



1. Allgemeine Theorie der Elektricität.

Sloggett. On the constitution of matter. Phil. mag. XXVIII. 443*.

W. F. Stevenson. The electric fluid. Phil. mag. XXIX. 405*.

— — On phlogiston and the decomposition of water. Phil. mag. XXIX. 408*.

W. Sproule. Franklin's ideas of attractive and negative electricity Mech. mag. XLV. 343*.

J. A. Smith. Suggestions intended to confirm Franklin's theory of electrostatics by explaining the phenomena of repulsion betwen bodies negatively electric. Phil. mag. XXIX. 404*; Inst. No. 675. p. 5*.

Paterne. On the nature of imponderable fluids and rays of the sun. Mech. mag. XLV. 233*.

Romershausen. Antagonismus der Elektricität und des Magnetismus. Halle. 1846. 8.

de la Rive. Sur l'électricité sur ses progrès récents, sur ses applications sur les services qu'elle a rendus et peut rendre aux autres sciences. Inst. No. 630. p. 25*. No. 632. p. 49*. No. 633. p. 57*.

Hr. Laming[1] hatte den Vorgang der Elektricitätsleitung durch eine besondere Hypothese für die Anordnung der Atome eines Körpers und der in demselben enthaltenen Elektricität zu erklären versucht. Er nahm an, die Körperatome seien von der Elektricität schaalig umgeben. Sind diese Schaalen vollständig, so ist der Körper ein Isolator, denn eine neu hinzukommende Elektricitätsmenge findet bereits alle Räume erfüllt. Sind die Schaalen unvollständig, so füllt die hinzukommende Elektricität das Fehlende aus, geht so von Theilchen zu Theilchen, und macht den Körper zum Leiter. Hr. Sloggett[2] hält für diese Betrachtungsweise die Annahme körperlicher Atome für unnöthig, und setzt an ihre Stelle „Mittelpunkte der Anziehung". Jene Erklärung

[1] Vergl. Berl. Ber. Jahr. 1845. S. 284*.

[2] Phil. Mag. XXVIII. 443*.

der Leitung aber hält er deshalb für unzulässig, weil man nicht einsieht, weshalb die Leitung noch fortdauert, wenn alle Lücken in den Elektricitätsschaalen ausgefüllt sind. Herr Sloggett nimmt nun wieder die ältere Hypothese auf, welche auf Grund der Franklin'schen aufgestellt, aber nicht gehörig angewandt worden ist. Die Atome des Körpers stofsen einander ab, ziehen aber die der Elektricität an; die elektrischen Atome stofsen ebenso einander ab, und ziehen die des Körpers an. Sind nun die Körperatome (Mittelpunkte der Anziehung) kräftiger wirkend, aber weniger zahlreich, als die der Elektricität, so ist jedes Atom von einer Elektricitätssphäre umgeben, etwa wie die Erde von der Luft. Diese umgebenden Schichten müssen eine Grenze haben, welche von ihrer gegenseitigen Abstofsung abhängt. Bekommt der Körper noch mehr Elektricität, so wird er positiv, verliert er von der normalen Menge, so wird er negativ. Hr. Sloggett geht weiter auf die Erklärung der Abstofsung gleichnamig elektrischer Körper ein, und zeigt, dafs auch diese im Sinne der Franklin'schen Hypothese gegeben werden kann, sowohl für positiv als für negativ elektrische Körper. In Bezug auf die Leitungsfähigkeit der Körper sagt er, kein Körper könne absolut ein Leiter oder Nichtleiter der Elektricität genannt werden, sondern ein jeder könne die Elektricität leiten, nur hänge die Leichtigkeit ihres Durchganges von ihrer Intensität und von den im Körper enthaltenen Elektricitätsmengen ab.

Hr. Stevenson [1] bestreitet ebenfalls die Existenz zweier elektrischen Fluida, und behauptet, dafs alle Erscheinungen durch die Annahme einer Elektricität erklärt werden können. Sei dasselbe an einem leitenden Körper gegenwärtig, so mache sie denselben positiv, einen nicht leitenden Körper dagegen negativ.

Hr. A. Smith [2] bemerkt: in negativ elektrischen Körpern, d. h. solchen, welche eine geringere als die normale Elektricitätsmenge enthalten, müsse die überschüssige Materie zu entweichen streben, und so das Gleichgewicht ihrer Cohäsion zerstört sein, so dafs zwei in diesem Zustande befindliche Körper einander

[1] Phil. Mag. XXIX. 405*; Inst. 679. p. 3; Fror. Not. N. 19. p. 298.
[2] Phil. Mag. XXIX. 409*.

abstofsen müssen. Ebenfalls von der Franklin'schen Hypothese ausgehend, erklärt Hr. Sproule [1] die Abstofsung negativ elektrischer Körper folgendermaafsen: wenn der natürliche Zustand zweier Körper in gleichem Sinne geändert wird, so bleiben sie in ihrem Verhalten zu einander unverändert, sind aber verändert in Bezug auf den elektrischen Zustand des umgebenden Raumes. Werden daher zwei negative Körper einander genähert, so stofsen sie sich ab vermöge der Anziehung, welche die natürlich angeordneten Elemente des Raumes auf sie ausüben. Hr. Stevenson [2] dehnt seine Ansichten von der Elektricität auch auf die Elektrolyse des Wassers aus. Er hält Wasser für ein Element, das, mit Elektricität verbunden, Wasserstoff giebt. Demnach wäre das elektrische Fluidum mit dem alten Phlogiston identisch. Lavoisier hat schwerlich geahnt, dafs nach mehr als einem halben Jahrhundert eine so würdige Gesellschaft, wie die *Royal Society* in London durch eines ihrer Mitglieder von ähnlichen Dingen unterhalten werden würde!

Hr. Payerne [3] bemüht sich, den Zusammenhang zwischen Elektricität, Wärme, Licht und Magnetismus aus der dualistischen Hypothese zu entwickeln, er kämpft gegen die Ansicht, als seien die sogenannten Impoderabilien einfache Stoffe, ein Kampf, den er wohl ohne zu grofsen Widerstand durchfechten kann, wiewohl er meint, die meisten Physiker seien dieser Ansicht. Dagegen stellt er den Satz auf: Wärme, Licht und Magnetismus seien als Wirkungen der Elektricität zu betrachten, die Elemente der letzteren aber seien einfache, unwägbare Substanzen. Die Definitionen, welche er von den vier Erscheinungen giebt, sind folgende: Elektricität ist die Anziehung, Abstofsung, Verbindung oder Auflösung der Fluida, aus welchen sie besteht; Wärme ist die Temperaturerhöhung, welche durch die Verdichtung hervorgebracht wird, von der die meisten chemischen Verbindungen begleitet sind. Licht ist der leuchtende Ausflufs der durch die Ausbreitung gewisser Fluida verursacht wird, sobald ihre Verbindung bewirkt wird, Magnetismus ist einerseits die Anzie-

[1] Mech. Mag. XLV. 343*.
[2] Phil. Mag. XXIX. 409*.
[3] Mech. Mag. XLV. 233.

hung eines elektrischen Elementes durch das andere, andrerseits die Abstofsung des Fluidums eines Pols durch das desselben Pols. Hr. Payerne führt seine Ansichten an verschiedenen Beispielen durch; besonders bezieht er sie auf die Erwärmung der Erde durch die Sonne, und zwar in einer Weise, die zu abentheuerlich ist, um durch mehr als die folgende Stelle characterisirt zu werden: Die Fixsterne, einschliefslich der Sonne, scheinen mir für die Planeten das zu sein, was der Sauerstoff in unserer Sphäre für alle Körper ist, nemlich elektronegativ, und deshalb sind die Planeten elektropositiv gegen die Fixsterne. Nun sendet die Sonne den Planeten, welche um sie gravitiren ein elektrisches Fluidum, welches das stellare heifsen mag, und die Planeten senden ein andres aus, das planetare. Es ist wahrscheinlich, dafs das planetare Fluidum die Grenzen unserer Atmosphäre nicht überschreitet, sondern die Ankunft des stellaren erwartet, um eine Verbindung damit zu bewirken. Wenn die Vereinigung in einem gröfseren Abstande stattfände, so würde die Verbindung der Erde keine Veränderung bringen; diese würde einer aufserordentlichen Kälte zur Beute werden. Man mag dann annehmen, dafs das stellare Fluidum der Sonne, geführt durch das zu uns gesandte Licht, unser planetares Fluidum aufsucht, und, sich damit verbindend, Hitze erzeugt. Referent fürchtet fast gegen den Ernst eines Werkes, wie das vorliegende ist, zu sündigen, wenn er des Abentheuerlichen noch mehr erwähnt, das einer mangelnden Kenntnifs oder einem mifsglückten Verständnifs physikalischer Grundlehren sein Entstehen verdankt. In diesem Sinne sei daher nur Weniges gesagt über eine Schrift des Hrn. Romershausen, betitelt: „Der dynamische Antagonismus", erstes Heft: der Antagonismus der Electricität und des Magnetismus. Statt aller Kritik hier nur einige Stellen, die nicht etwa dadurch eine andere Gestalt gewonnen haben, dafs sie aus dem Zusammenhange gerissen sind. Der Magnetismus ist der gesammten Materie ursprünglich innewohnend. Er gleicht einem starren, alle Körper in der linearen Richtung von Süd nach Nord oder umgekehrt durchdringenden Meere, dessen höchst mächtige, elastisch polarisirende Spannung wahrscheinlich den ganzen Weltraum durchdringt, die Weltkörper polarisirt, sie in ihrer Axenrichtung

fixirt und ihren Umschwung motivirt und sichert. Die Elektricität ist ebenso ein Antheil aller Materie und gleicht einem stets wogenden und wallenden Meere, dessen Fluidum zersetzend, reizend und belebend überall in den Processen der organischen und unorganischen Welt auftritt. —

Um die Nichtidentität von Magnetismus und Elektricität nachzuweisen, führt Hr. Romershausen unter andern folgende Charactere an. Die stärksten Magnete zeigen an sich keine einzige elektrische Wirkung; sie ziehen weder leichte Körper an, noch stoſsen sie dieselben ab. Dagegen äuſsern die durch einen Anker verbundenen Pole der stärksten galvanischen Batterie nicht die geringste magnetische Tragkraft. — Der Magnet bringt keine solche chemische Wirkung hervor, wie die Elektricität hat; er verhält sich vielmehr im Kreise der Volta'schen Säule ganz wie ein gewöhnlicher metallischer Leiter. — Durch Erschüttern, Hämmern, Feilen, Bohren, Schnellen etc. kann man im Stahl Magnetismus erzeugen, nicht aber Elektricität. Durch plötzliches Ablöschen glühender Stahlnadeln in der Inclinationsrichtung erhalten wir in Folge einer, demnächst nachzuweisenden thermomagnetischen Reaction polarisirte Magnetnadeln; das kalte Wasser und die Elektricität sind aber gerade entgegengesetzte Dinge. —

Bei der getroffenen Auswahl kann man uns höchstens aus dem Grunde der Parteilichkeit zeihen, weil fast jeder Paragraph mit demselben Recht hätte citirt werden können.

Die von Hrn. de la Rive [1] der *Société helvétique des sciences naturelles* vorgetragene Abhandlung über die Fortschritte der Elektricität sei hier nur erwähnt, da sie nicht die Bestimmung hat, der Wissenschaft neue Fakta beizubringen, auch wohl keine Ansprüche auf groſse Vollständigkeit macht.

Dr. W. Beetz.

[1] Inst. No. 630. p. 25. No. 632. p. 49. No. 633. p. 56*.

---

2. Reibungselektricität.

A. Allgemeine Eigenschaften.

a. Anziehung und Abstofsung.

W. Sproule und J. A. Smith s. V. 1. p.

F. Reich. Elektrische Versuche. II. Ueber die Wirkung der Luft bei der Anziehung und Abstofsung elektrischer Körper. Abh. bei Begr. d. Sächs. Ges. d. Wissensch. p. 205*.

b. Leitung.

P. Riess. s. I. 2. p. 22*.

c. Vertheilung und gebundene Elektricität.

Matteucci. Sur l'état électrique des corps cohibents. C. R. XXIII. 458*; Arch. d. sc. ph. et nat. II. 371*.

Munck af Rosenschöld. Untersuchungen über Vertheilung und Bindung der Elektricität. Pogg. Ann. LXIX. 44* und 223*; Verh. d. Königl. Schwed. Akad. 1845.

F. Petrina. Neue Theorie des Elektrophor's und ein neues Harzkuchen-Elektroskop. Abh. d. Böhm. Ges. 5te Folge. IV. 525*.

Zamboni. Esame di una memoria del sign. Buff intorno all 'elettrofore e sulla miglior costruzione di questa machina. Racc. fis. chim. I. 115*; Mem. d. ist. Ven. II.

K. W. Knochenhauer. Ueber die Vertheilung der freien Spannung auf dem Schliefsungsdrahte der elektrischen Batterie. Pogg. Ann. LXVII. 468*.

— — Expériences sur les effets de l'électricité statique. Ann. d. ch. et d. ph. XVII. 77*.

Hr. F. Reich sucht in dem angeführten Aufsatze nachzuweisen, dafs die Versuche, durch welche die Mitwirkung der Luft bei der elektrischen Anziehung und Abstofsung geläugnet wird, zu keiner sicheren Entscheidung führen.

Diese Versuche bestehen im Allgemeinen darin, dafs:

1) im luftverdünnten Raume die Abstofsung zweier elektrischer Körper ebenso stattfindet, wie bei dem gewöhnlichen Atmosphärendrucke;

2) dafs selbst im Torricelli'schen Vacuo Abstofsung wahrgenommen wird.

Hr. Reich berechnet die Gröfse des Druckes, der nöthig wäre, um für eine bestimmte elektrische Wirkung die beobachtete Abstofsung hervorzubringen, in Quecksilberhöhen, und zeigt dadurch, dafs diese Spannung eine viel geringere ist als wir unter der Luftpumpe und selbst in der Torricelli'schen Leere erreichen können. Der Verf. schliefst daher mit der Bemerkung, dafs wir über diesen Punkt nicht weiter gelangt seien als Cavallo, welcher (in seiner Abhandlung der theoretischen und praktischen Lehre von der Elektricität, 4te Aufl. Leipzig. 1797. Bd. 2. S. 63.) sagt: „Aus diesen Versuchen erhellet, erstlich, dafs man bei dem höchsten Grade der Verdünnung, den man durch die beste Luftpumpe hervorbringen kann, und der etwa $\frac{1}{1000}$ beträgt, noch elektrisches Licht und elektrisches Auziehen, wenn auch sehr schwach, wahrnehmen kann; zweitens, dafs das elektrische Anziehen und Zurückstofsen abnimmt, je mehr die Luft verdünnt wird, sich auch ebenso die Stärke des Lichts allmälig verringert. Daher sollte man wohl nach der Analogie schliefsen können, dafs Anziehung und Licht bei völliger Abwesenheit der Luft aufhören müssen."

Ist diese Ansicht richtig, so mufs also die an der Oberfläche von Leitern angehäufte freie Elektricität einen Theil des Luftdruckes auf den Körper aufheben, und folglich das Quecksilber in einem vollkommen ausgekochten Barometer sinken, wenn man es elektrisirt. Versuche von Changeux und van Marum liefsen dies unentschieden. Aus den obigen Berechnungen des Hrn. Reich geht hervor, dafs die Gröfse, um welche das Barometer fallen müfste, sich durch ihre Kleinheit der Beobachtung entzieht, und dies war auch die Ursache warum Hr. Reich bei Versuchen, die er mit einem eigens hierzu vorgerichteten Barometer anstellte, zu keinem Resultate kam.

Die Notiz des Hrn. Matteucci über den elektrischen Zustand der Isolatoren enthält eine Mittheilung einiger Versuche mit solchen isolirenden Substanzen, welche sich entweder zwischen zwei mit entgegengesetzter Elektricität geladenen Leitern oder in der Nähe eines Entladungsvorganges befinden.

Die vollständige Abhandlung, aus welcher die vorliegende Notiz ein Auszug ist, hat Hr. Matteucci in dem Journale „*il Cimento*" erscheinen lassen, da uns dasselbe indessen nicht zu Gebote steht, müssen wir uns für jetzt damit begnügen, den Inhalt des in den C. R. enthaltenen Briefes zu geben.

Nachdem Hr. Matteucci zunächst mit dem Ausspruche begonnen hat: dafs seit langer Zeit die Physiker von der Richtigkeit der Faraday'schen Vorstellung über den Mechanismus der elektrischen Vertheilung überzeugt seien (wogegen man, in Deutschland wenigstens, protestiren mufs, s. Riess im Rep. d. Ph. VI. 129*), erwähnt er eines Versuches von Faraday und giebt eine Modifikation dieses Experimentes an, wodurch er die Faraday-sche Ansicht zu unterstützen glaubt.

Faraday nimmt bekanntlich an, dafs die kleinsten Theile jeder Materie vollkommene Leiter sind. Die Körper in denen der Uebergang der Elektricität von Theilchen zu Theilchen schwer ist, heifsen Isolatoren. Den Vorgang der Vertheilung will Faraday sichtbar machen, indem er in ein Gefäfs mit Terpentinöl Seidenstückchen thut, sodann zwei Drähte einführt, einen in Verbindung mit der Maschine den andern mit dem Erdboden. Wird die Maschine in Thätigkeit gesetzt; so reihen sich die Seidenstückchen aneinander.

Hr. Matteucci modificirt diesen Versuch, indem er statt der Seide auch Metallstaub, Sägespäne und andere Substanzen anwendet. Durch ein anderes Experiment glaubt Hr. Matteucci die Ansicht Faraday's über die Ladung der Materie mit Elektricität, unumstöfslich bewiesen zu haben, ich kann indessen keine Beweiskraft in demselben erkennen. Er legt nämlich eine Anzahl Glimmerblättchen auf einander, und richtet die ganze Schicht derselben als eine Leidner Flasche zu. Nach der Ladung findet er die beiden Seiten jedes Blättchens entgegengesetzt elektrisch, und nicht etwa von dem einen Belege zum andern von + durch 0 nach — hingehend.

Am Schlusse der Notiz zeigt Hr. Matteucci, dafs die Mag-

[1] Diesen Versuch Faraday's, welchen Hr. Matteucci anführt, habe ich in keiner seiner Versuchsreihen über Reibungselektricität finden können.

netisirung durch Induction bei der Entladung der Batterie einen andern Erfolg hat, je nach der Beschaffenheit des Mediums, in dem sich die zu magnetisirende Nadel befindet. Dies ist ein Erfolg, der gar nicht das Unerwartete hat, wie Hr. MATTEUCCI meint, denn auf das Isolirungsvermögen der eingeschalteten Substanz wird in den Formeln über die Magnetisirung durch die Batterieentladung bekanntlich Rücksicht genommen. Indessen kann diese Untersuchnng vielleicht als Material dienen, da wir bis jetzt für die Magnetisirung durch Elektroinduction noch keine sicheren Gesetze kennen.

P. S. MUNCK AF ROSENSCHÖLD. Untersuchungen über Vertheilung und Bindung der Elektricität.

In einem sehr ausführlichen Aufsatze betrachtet der Verfasser die Wirkungen, welche ein elektrisirter Körper durch Vertheilung auf einem unelektrischen hervorbringt und welche hierdurch rückwärts auf den elektrischen Körper selbst ausgeübt werden. Ich will versuchen dem Verfasser bei seinen Auseinandersetzungen und Schlüssen zu folgen.

Stellt man sich vor, dafs beide Elektricitäten, die nach der SYMMER'schen Hypothese bestehen, im Innern eines Körpers auf dieselbe Weise verbreitet sind, so werden die Wirkungen der positiven Elektricität auf einen innerhalb oder aufserhalb des Körpers befindlichen Punkt genau aufgehoben durch die Wirkungen der negativen Elektricität auf denselben Punkt. Weil also hiernach alle auf einen Punkt wirkenden Kräfte genau im Gleichgewichte sind, kann man diesen Punkt als ganz frei ansehen, und hieraus erklärt es sich, warum eine noch so geringe von aufsen wirkende elektrische Kraft den neutralen Zustand des Körpers aufheben könne. Auf diesem Umstande beruht die sogenannte elektrische Vertheilung. Wird nämlich ein Leiter der Elektricität in die Nähe eines elektrisirten Körpers gebracht, ohne dafs noch ein Uebergang der Elektricität stattfindet, so erfolgt eine Bewegung seiner elektrischen Theilchen, die nicht eher aufhört, als bis ein neuer Gleichgewichtszustand eingetreten ist. Auf diese Weise wird die gleiche Verbreitung der beiden

Elektricitäten gestört, und der Leiter äufsert selbst elektrische Erscheinungen. Sobald dies der Fall ist, wirkt er zurück auf den vertheilenden Körper, und verändert auch dessen ursprünglichen elektrischen Zustand: die vertheilende Wirkung ist also gegenseitig.

Man hat zwei Zustände des der Vertheilung ausgesetzten Leiters zu unterscheiden: 1) wo er isolirt, 2) wo er nicht isolirt ist.

Im ersten Falle verbreiten sich beide Elektricitäten, an Menge gleich, verschieden auf der Oberfläche, die Elektricität, welche der des vertheilenden Körpers entgegengesetzt ist, strebt zu diesem hin, die andere entfernt sich von ihm und in der Mitte zwischen beiden bleibt eine Indifferenzzone, deren Lage nach der Gestalt, der Ausdehnung der Annäherung, der beiden Körper wechselnd ist und worüber keine allgemeine Regeln gegeben werden können.

Ist der, der vertheilenden Wirkung ausgesetzte Körper (der vertheilte) nicht isolirt, so entweicht die Elektricität, welche der des vertheilenden Körpers gleichartig ist, die ungleichartige bleibt zurück und breitet sich über dem vertheilten Körper aus, aber es ist nicht möglich zu bestimmen, von welcher Stelle sie verschwindet.

Was den vertheilenden Körper betrifft, so lassen sich ebenfalls zwei Fälle betrachten: 1) wo er ein Isolator, 2) wo er ein Leiter ist.

Ist er ein Nichtleiter, so wird die Anordnung der Elektricität durch die Rückwirkung des vertheilten Körpers auf ihn nicht verändert. Die Verbreitung der auf dem isolirten und vertheilten Körper erregten Elektricität steht unter dem Gesetze: dafs die Resultante der anziehenden und abstofsenden Wirkungen der elektrischen Moleküle des Leiters auf einen beliebigen in diesem befindlichen elektrischen Punkt Gleichgewicht hält mit der Resultante der anziehenden oder abstofsenden Wirkungen der elektrischen Moleküle des Nichtleiters auf denselben Punkt. Ist der Leiter nicht isolirt, so gilt dasselbe Gesetz, aber in diesem Falle ist der Leiter unbegränzt und je entfernter der Punkt gedacht wird, desto mehr nähern sich die beiden Resultanten der

Null. Wird der Leiter durch einen dünnen und langen Draht, der im Vergleich mit dem Leiter selbst nur wenig Oberfläche darbietet, mit dem Erdboden verbunden, so kann man die geringe Menge der auf ihm angesammelten Elektricität übersehen und die Resultante der elektrischen Wirkungen des Leiters mit der wahren Resultante als einerlei betrachten.

Wird nun dem vertheilten Leiter nach der ableitenden Berührung und nach hergestellter Isolirung Elektricität mitgetheilt, so verbreitet sich diese auf dem Leiter, wie wenn die vertheilte Elektricität nicht vorhanden wäre. Hieraus folgt, dafs die Dichtigkeit der Elektricität eines beliebigen Punktes der Oberfläche eines vertheilten Leiters nach der Mittheilung freier Elektricität gleich ist der algebraischen Summa der Dichtigkeit der vertheilten Elektricität vor der Mittheilung, plus der Dichtigkeit der mitgetheilten Elektricität, in Bezug auf denselben Punkt. Diese von den Wirkungen der vertheilenden und vertheilten Elektricität unabhängige Verbreitung der mitgetheilten Elektricität im vertheilten Leiter läfst sich durch das statische Grundgesetz erläutern, dafs wenn ein System von Kräften im Gleichgewicht ist, dieses noch bestehen wird, wenn ein anderes System von Kräften, das für sich im Gleichgewichte ist, hinzugefügt wird.

Ist der vertheilende Körper ein Leiter, so ist der Vertheilungsprocess wegen der Rückwirkung des vertheilten Körpers, zusammengesetzter. Die Anordnung der Elektricität auf beiden Körpern mufs dann so sein, dafs die Resultante aller elektrischen Kräfte, die auf einen beliebigen Punkt in beiden Körpern wirken, Null sei. Folglich ändert die Mittheilung von freier Elektricität an den vertheilten Körper, die Anordnung der Elektricität auf beiden Körpern.

Wenn die vertheilend auf einander einwirkenden Körper 3 an der Zahl sind, so ist, wenn sie alle die Elektricität leiten, für das Gleichgewicht nothwendig, dafs die Resultante der Wirkungen aller 3 elektrischen Schichten ihrer Oberfläche auf einen beliebigen Punkt im Innern eines jeden von ihnen Null sei.

Man kann bei 3 Körpern *A B C* mehre verschiedene Fälle betrachten, bei denen der Erfolg der Vertheilung jedesmal anders

ausfallen wird, je nachdem *A* oder *A* und *B* Leiter und *B* oder *C* Isolatoren sind, oder je nachdem ein Leiter oder ein Isolator der ursprünglich elektrisirte Körper ist.

Unter diese Fälle ist ein Versuch zu zählen, der in den Untersuchungen von Fechner, Ohm, Riess, Knochenhauer und Petrina verschiedene Auslegungen erhalten hat [1].

Der Verfasser geht nach diesen Auseinandersetzungen zu speciellen Fällen über, in denen er Körper von bestimmter Gestalt und Beschaffenheit untersucht. Zunächst nimmt er an, daſs die vertheilend auf einander wirkenden Körper dünne, kreisrunde, leitende und gleich groſse Scheiben seien, die in einer parallelen Lage einander so gegenüberstellt werden, daſs ihre Mittelpunkte in dieselbe gerade Linie, die auf ihrer Oberfläche senkrecht ist, fallen. Es sei von 2 Scheiben *A* und *B*, die Scheibe *A* elektrisirt, *B* werde ableitend berührt und der Scheibe *A* genähert, so nimmt die Menge der gebundenen ungleichartigen Elektricität in *B* zu, und nähert sich immer mehr der Menge von Elektricität in *A*. Aber nicht nur die Menge, sondern auch die Anordnung der gebundenen Elektricität ändert sich mit der Entfernung; je näher *B* der *A* gebracht wird, desto mehr häuft sie sich in der der *A* zugekehrten Fläche an, und die Menge der Elektricität der abgekehrten Fläche wird immer kleiner. Untersucht man mit der Probeplatte die Elektricität an verschiedenen Stellen von *B*, so wird man sie auf der Vorderfläche ziemlich gleichmäſsig verbreitet, und nur bei gröſseren Abständen der Scheiben von einander, am Rande merklich dichter als in der Mitte finden. Die Elektricität der Hinterfläche ist dagegen immer am merkbarsten am Rande, und in der Mitte fast Null. Die durch *B* rückwirkend auf *A* gebundene Elektricität vertheilt sich auf der Vorderfläche von *A* gleichmäſsiger als die zurückbleibende freie, und daher wird das Ueberwiegen der Elektricität des Randes über die der Mitte immer geringer je kleiner der Abstand der Scheiben von einander ist.

Wenn *B* im isolirten und neutralen Zustande der *A* genähert wird, so ist die ungleichartige Elektricität in der Mitte

[1] S. Riess im Repert. d. Phys. VI. 133*.

der vorderen Fläche am dichtesten. Von da breitet sie sich, immer abnehmend, über die ganze Fläche aus, wenn man nur einen schmalen Ring nahe beim Rande ausnimmt, der gleichartig elektrisirt ist. Auf der hinteren Fläche von B giebt das Probescheibchen nur gleichartige Elektricität an, und zwar am Rande am stärksten und abnehmend gegen die Mitte.

Hr. Munck af Rosenschöld geht nun dazu über die Mengen der gebundenen Elektricitäten in den beiden erwähnten Fällen zu bestimmen, eine Untersuchung, die namentlich für die Theorie der Leidner Flasche von Wichtigkeit ist. Nimmt man an, dafs einer der Scheiben, A, die Elektricitätsmenge E mitgetheilt worden ist, und wird dann die andre neutrale Scheibe B isolirt dieser gegenübergestellt, so bindet A in B eine gewisse Menge mit E ungleichartiger Elektricität und setzt eine gleich grofse Menge gleichartiger in Freiheit. Nennt man diese E', so wird jene $-E'$ sein. Gesetzt $E':E=m:1$, so wird $E'=mE$. Weil $E'<E$, wird m immer kleiner als die Einheit, nähert sich aber dieser um so mehr, je mehr B der A genähert wird. Die vertheilende Rückwirkung von B auf A im isolirten Zustande ist nur unbedeutend, und dafür kann man die ganze Menge von Elektricität in A als frei ansehen.

Wird B ableitend berührt, so verschwindet in ihr alle freie Elektricität, aber durch diese Veränderung des elektrischen Zustandes von B ändert sich die vertheilende Wirkung von A auf B nur sehr wenig. Also bindet A fast dieselbe Elektricitätsmenge $-mE$ in B wie vorher, und folglich wird $+mE$ die abgeleitete Menge sein. Sobald aber diese entfernt worden, wirkt $-mE$ allein, und bindet rückwärts einen Theil von der Elektricität in A. Denkt man sich A nicht elektrisirt und nennt die Elektricität, welche B in diesem Falle in A bindet, E'', so wird offenbar $E'':E'=E':E$ also

$$E''=\frac{E'^2}{E}=m^2E.$$

Wenn aber $-mE$ in der nicht elektrisirten Scheibe A, m^2E bindet, so mufs sie beinahe dieselbe Menge binden, wenn A die Elektricitätsmenge E besitzt, wie aus den Versuchen des Hrn.

Munck af Rosenschöld hervorgeht. Also wird die freie Elektricität in A sein

$$E - m^2E = (1 - m^2)E.$$

Wird jetzt A ableitend berührt, so verschwindet in ihr alle freie Elektricität, B bindet noch fast unverändert dieselbe Menge wie vorher. Also bleibt die Menge m^2E in der Scheibe zurück, während $(1 - m^2)E$ in die Erde abgeleitet wird. Jene Elektricität bindet jetzt in B die Menge $-m^3E$ und daher wird hier $-mE + m^3E = -m(1 - m^2)E$ frei. Bei abwechselnd fortgesetzten Berührungen beider Scheiben sind m^2E, m^4E, m^6E u. s. w. die Werthe der in A gebundenen Elektricitätsmengen, und $-mE$, $-m^3E$, $-m^5E$ u. s. w. die Werthe der in B gebundenen. Ferner sind $(1 - m^2)E$, $m^2(1 - m^2)E$, ... die freien Elektricitäten in A, und $-m(1 - m^2)E$, $-m^3(1 - m^2)E$ .... die freien in B. Sowohl die gebundenen als die freien Elektricitäten beider Platten sind also einander entgegengesetzt, und bilden alle abnehmende geometrische Reihen, deren Exponent m^2 ist.

Der Verf. geht sodann dazu über, dieselben Bestimmungen für den complicirteren Fall zu machen, wenn die vertheilend auf einander wirkenden Scheiben 3 an der Zahl sind. Im allgemeinsten Falle hat man hier 6 Wirkungen zu beachten. A wirkt auf B und B auf A, A wirkt auf C und C auf A, endlich wirkt B auf C und C auf B. Nennt man E E' E'' die Elektricitatsmengen in A B und C und m m' m'' die Vertheilungscoëfficienten, die den Abständen zwischen A und B, B und C, und A und C entsprechen, so werden, da die gebundenen Elektricitäten sich summiren, $-(mE' + m''E'')$, $-(mE + m'E'')$ und $-(m'E' + m''E)$ die gebundenen Elektricitätsmengen in A, B und C sein.

Die freie Elektricität jeder Scheibe ist gleich dem Unterschiede ihrer absoluten Elektricitätsmenge und der gebundenen, jede mit dem ihr eigenen Vorzeichen genommen. In C z. B. ist die freie Elektricitätsmenge $E'' + m'E' + m''E$, und diese wird also gröfser als E'', wenn E und E' mit E'' gleichartig sind.

Es ist offenbar, dafs zwischen den Vertheilungscoëfficienten m, m', m'', eine solche Beziehung stattfinden mufs, dafs wenn zwei gegeben sind, auch der dritte bestimmt ist. Also mufs z. B. m'' eine gewisse Funktion von m und m' sein. Man sieht auch,

dafs eine gewisse Relation zwischen den Entfernungen und Vertheilungscoëfficienten stattfinden mufs. Hr. Munck af Rosenschöld sucht diese beiden Gröfsen: die erwähnte Funktion und Relation zu bestimmen. Er hatte vorher experimentell bemerkt, dafs die elektrische Wirkung im elektrischen Schatten eines vertheilten Leiters fast einerlei ist mit der Wirkung derjenigen Elektricität des Leiters, die von dem vertheilenden Körper nicht gebunden wird, oder mit Rücksicht auf diesen frei ist. Stehe nun B zwischen A und C, so wird durch die vertheilende Wirkung von A in B gebunden $-mE$ und $+mE$ wird frei. Also ist $E'+mE$ die Elektricitätsmenge, deren Wirkung auf C, den vereinigten Wirkungen der Elektricitäten in A und B auf C, als gleich betrachtet werden kann. Diese Elektricität bindet aber $-m'E'-mm'E$ in C, während vorher gezeigt wurde, dafs A und B zusammen $m'E'-m''E$ in C binden; daraus folgt $m''=mm'$.

Folglich ist die Relation zwischen den Entfernungen und Vertheilungscoëfficienten von der Art, dafs das Produkt dieser, der Summe jener entspricht, oder die Entfernungen sind Logarithmen der Vertheilungscoëfficienten.

Dies logarithmische Gesetz gilt aber nur für die Fälle, in welchen die Scheibe C in den elektrischen Schatten der nicht isolirten Scheibe B gestellt, als nicht durch Vertheilung elektrisirt betrachtet werden kann, oder wenn $m''-mm'$ gegen m, m' und m'' verschwindet. In einigen Versuchen die ich hier übergehe, sucht nun der Verf. festzustellen innerhalb welcher Gränzen der Entfernungen die Annahme $m''=mm'$ der Wahrheit nahe genug kommt, um ohne grofse Fehler der Erklärung der Vertheilungserscheinungen zu Grunde gelegt werden zu können. Er findet: 1) dafs mm' am meisten von m'' abweicht, wenn die ableitend berührte Scheibe B in die Mitte zwischen A und C gestellt ist; 2) dafs m'' nur wenig von mm' verschieden ist, wenn die Entfernung der Scheiben A und C $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ ihres Durchmessers nicht übersteigt.

Ein besonderer Fall, der für die Theorie des Elektrophors von Interesse ist, wird von dem Verf. ausführlich erörtert: wenn nämlich eine der Scheiben, A, elektrisirt worden, während die beiden andern, B und C auf entgegengesetzte Seiten von A ge-

stellt, mit dem Erdboden vereinigt werden. Bezeichnet man die in B und C gebundenen Elektricitätsmengen mit x und y, und nennt die Vertheilungscoëfficienten, die den Entfernungen zwischen A und B, A und C, B und C entsprechen, m, n, r und E die Elektricitätsmenge in A, so wird B die Menge $-rx$ in C, und C die Menge $-ry$ in B binden. A aber bindet $-mE$ in B, und $-nE$ in C, woraus man erhält:

$$x = -mE - ry \qquad y = -nE - rx.$$

Diese beiden Gleichungen bestimmen x und y, man findet nämlich:

$$1. \quad x = -\frac{m - nr}{1 - r^2}E \ldots\ldots$$

$$2. \quad y = -\frac{n - mr}{1 - r^2}E \ldots\ldots$$

Durch die Rückwirkung der in B und C gebundenen Elektricitäten wird in A gebunden $-mx-ny$ und also wird die freie Elektricität die in A zurück bleibt $E+mx+ny$. Nennt man diese z, und substituirt die gefundenen Werthe von x und y, so erhält man

$$3. \quad z = \frac{1 - m^2 - n^2 - r^2 + 3mnr}{1 - r^2}E \ldots\ldots$$

Weil r in diesen Formeln der Vertheilungscoëfficient der Summe der Entfernungen ist, deren Vertheilungscoëfficienten m und n sind, so wird der Genauigkeit wenig geschadet, wenn man, bei kleinen Entfernungen zwischen B und C, $m\,n$ statt r einführt. Dadurch gehen die Formeln (1.) (2.) (3.) über in:

$$4. \quad x = -\frac{m(1 - n^2)}{1 - m^2 n^2}E \ldots\ldots$$

$$5. \quad y = -\frac{n(1 - m^2)}{1 - m^2 n^2}E \ldots\ldots$$

$$6. \quad z = -\frac{(1 - m^2)(1 - n^2)}{1 - m^2 n^2}E \ldots\ldots$$

Weil $n^2 < 1$, $m^2 < 1$, und $m^2 n^2 < 1$, so sind Zähler und Nenner in allen 3 Formeln positiv. Also sind die in B und C gebundenen Elektricitäten immer ungleichartig, die freie in A dagegen mit E gleichartig. Weil $m^2 n^2 < n^2$, so ist $\frac{1 - n^2}{1 - m^2 n^2} < 1$, und

$\frac{m(1-n^2)}{1-m^2n^2}E < mE$, oder die Menge der in B gebundenen Elektricität ist kleiner, als die Menge von Elektricität, die nach der Entfernung von C in B gebunden wird. Auf gleiche Weise findet man $\frac{n(1-m^2)}{1-m^2n^2}E < nE$.

Je mehr die eine Scheibe B der Scheibe A genähert wird, desto mehr nimmt ihre gebundene Elektricität zu, denn m im Zähler der Formel (4.) wird gröfser und $1-m^2n^2$ im Nenner kleiner. Dagegen nimmt die gebundene Elektricität in C ab, denn $1-m^2$ im Zähler der Formel (5.) nähert sich der Null, während $1+m^2n^2$ im Nenner sich $1-n^2$ nähert. Weil $(1-m^2)E$ in der Formel (6.) mit $\frac{1-n^2}{1-m^2n^2}$ multiplicirt ist, so folgt, dafs die freie Elektricitätsmenge in A kleiner ist als die Menge, die in A frei wird, nachdem C weggenommen worden. Daraus ist auch ersichtlich, dafs wenn C der A genähert oder davon entfernt wird, die freie Elektricität in A in demselben Verhältnifs wie die in B gebundene ab- oder zunimmt.

Dafs der hier entwickelte Fall den Grund der Erklärung der Erscheinungen des Elektrophors enthält, ist ersichtlich. A stellt den Harzkuchen vor, oder vielmehr dessen obere Fläche, B und C die untere Belegung oder die Form, und den Deckel. In A sei durch Reiben, wie gewöhnlich negative Elektricität erregt, also $-E$. Diese bindet in der unteren Belegung mE, und mE bindet zurück in der oberen Harzfläche $-m^2E$. Also wird hier frei $-(1-m^2)E$. Wird der Deckel C isolirt auf den Harzkuchen gelegt, so wirkt nur die freie Elektricität $-(1-m^2)E$ vertheilend auf ihn, und bindet $n(1-m^2)E$, welches wegen der grofsen Annäherung des Deckels an den Kuchen, wo $n=1$ wird, gleich $(1-m^2)E$ gesetzt werden kann. Folglich wird im Deckel frei $-(1-m^2)E$. Wird der Deckel ableitend berührt, so werden die gebundenen Elektricitätsmengen der untern Belegung und des Deckels durch die Formeln (4.) und (5.) vorgestellt, wenn nur das Zeichen auf der rechten Seite umgekehrt wird. Ist aber $n=1$, so wird $x=0$ und $y=E$, woraus erhellt, dafs die gebundene Elektricität der unteren Belegung durch die Berührung beinahe verschwindet,

während die gebundene Menge des Deckels mit der Elektricitätsmenge des Harzkuchens fast gleich grofs wird. Weil also der Deckel negative und die untere Belegung positive Elektricität verliert, fühlt man einen elektrischen Schlag durch die plötzliche Vereinigung der entgegengesetzten Elektricitäten, wenn die Verbindung beider mit der Hand gemacht wird. Hebt man den ableitend berührten Deckel isolirt in die Höhe, so wird seine gebundene positive Elektricitätsmenge E frei.

Wenn die Basis des Elektrophors vor dem Aufsetzen des Deckels isolirt ist, so wird in diesem wie vorher $(1-m^2)E$ gebunden, und $-(1-m^2)E$ frei. Wird der Deckel allein berührt, so verschwindet die freie $-(1-m^2)E$, und die zurückbleibende gebundene bindet zurück im Harzkuchen $-(1-m^2)E$ und also wird hier alle Elektricität gebunden. Weil aber $(1-m^2)E$ im Deckel, und $-(1-m^2)E$ in der Harzfläche ihre Wirkungen in der unteren Belegung aufheben, so wirkt nur $-m^2E$ in der Harzfläche vertheilend auf diese und bindet $+m^2E$. Aber die ganze Menge von Elektricität in der unteren Belegung ist mE und also wird hier frei $mE-m^2E=m(1-m^2)E$. Hebt man jetzt den Deckel isolirt in die Höhe, so wird nur seine gebundene Elektricität $(1-m^2)E$ frei, und folglich ist der Deckel bedeutend schwächer elektrisirt, als im vorigen Fall.

Leicht lassen sich aus den gegebnen Formeln noch andere Consequenzen für die Theorie des Elektrophors ableiten, je nachdem man m grofs oder klein, d. h. den Harzkuchen dünn oder dick, oder n grofs oder klein, d. h. die Berührung des Deckels genau oder ungenau annimmt.

Hr. MUNCK AF ROSENSCHÖLD schliefst seine Untersuchung mit einer Anwendung des Vorigen auf die Combinirung von Ladungsgläsern (FRANKLIN'schen Tafeln) zu Batterien. Die Berechnung zeigt nämlich, dafs es vortheilhaft ist, je zwei solcher Tafeln mit ihren Belegen an einander zu legen, und beide dann wie eine Flasche zu gebrauchen.

Noch zwei andre Arbeiten über die Theorie des Elektrophors sind im verflofsnen Jahre bekannt gemacht worden, deren

Besprechung hier eine passende Stelle findet. Die eine Arbeit rührt von Hrn. Petrina, die andere von Hrn. Zamboni her.

Nach einer historischen Einleitung, in welcher Hr. Petrina die Entstehung des Elektrophors und die früheren Ansichten über dessen Theorie entwickelt hat, geht er zu dem Beweise über, dafs die neueren Ansichten ungenügend seien die am Elektrophor zu beobachtenden Erscheinungen zu erklären. Er fafst diese neuere Ansicht in Folgendem zusammen: „Durch das Peitschen wird der Harzkuchen auf der gepeitschten Fläche negativ und auf der entgegengesetzten Fläche positiv elektrisch."

Nach der eben mitgetheilten Theorie von Hrn. Munck af Rosenschöld kann man so nicht sagen. Allerdings wird die untere Fläche positiv durch Vertheilung, aber es ist dies eine zusammengesetzte Erscheinung, bei welcher man die vertheilende Wirkung der oberen Fläche des Harzkuchens, und die der äufseren Form zugleich zu berücksichtigen hat. Hr. Munck af Rosenschöld brachte die Theorie des Elektrophors unter den Gesichtspunkt, dafs die obere Fläche des Harzkuchens, der untere Beleg und der Deckel als die 3 bei der Vertheilung wirkenden Elemente zu betrachten seien; und es erklärten sich hieraus, wie wir sahen, genügend die Erscheinungen, welche das Elektrophor zeigt. Hr. Petrina hingegen will unter den innern Theilchen des Elektrophors Unterschiede machen zwischen solchen, die den Zustand der elektrischen Vertheilung leicht annehmen, fortleiten, und wieder leicht verlieren, und solchen die den elektrischen Vertheilungszustand schwer annehmen, dafür aber lange festhalten und deswegen nur auf sehr geringe Entfernungen fortleiten. Wird, fährt Hr. Petrina fort, auf dem Harzkuchen an seiner oberen Fläche negative Elektricität erregt, so dringt sie vermöge der Eigenschaft des Harzes nur auf sehr geringe Tiefe ein. Unter dieser negativen Schicht befinden sich sowohl Harztheilchen als auch Gasbläschen, die durch Vertheilung elektrisch werden, nach oben positiv, nach unten negativ. Bei jenen dringt der elektrische Zustand nicht tief ein und ist dauernd, das heifst, hört nicht auf, auch wenn die negative Elektricität der obersten Schicht gebunden wird oder verschwindet, bei den Gasbläschen hingegen pflanzt sich der Vertheilungszustand durch die ganze Dicke

des Kuchens fort, und hält nur so lange an, als die negative Elektricität der oberen Schicht nach unten wirkt.

Wie aufserordentlich verwickelt die Theorie des Elektrophors durch die Annahme von leitenden und isolirenden Partikelchen wird, läfst sich nach der strengen Entwicklung der Vertheilungsgesetze von Hrn. Munck af Rosenschöld, leicht beurtheilen. Wir bedürfen indessen einer solchen Hypothese nicht, wie mir eben aus der oben berichteten Theorie des Elektrophors zu folgen scheint.

Am Schlusse seiner Abhandlung beschreibt Hr. Petrina eine Anwendung des Elektrophors als Elektroskop, die soviel sich aus der Beschreibung beurtheilen läfst, manche Vortheile darbietet. Das Elektrophor ist so aufgestellt, dafs von der Form und dem Deckel zwei Pole ausgehen, und dafs der Deckel durch eine Schraube beliebig vom Kuchen abgehoben werden kann. Hierdurch kann den Polen willkührlich elektrische Spannung mitgetheilt werden, so dafs ein Goldblättchen zwischen ihnen sich im labilen Gleichgewichte befindet. Die Vorrichtung hat demnach einige Aehnlichkeit mit dem Behrend'schen Elektroskop, und zeichnet sich vor demselben dadurch aus, dafs das Elektrophor leichter im Stande zu erhalten ist als die trockne Säule, und dafs die Anziehungskraft der Pole nicht durch Annäherung oder Entfernung, sondern durch Verstärkung oder Schärfung ihrer elektrischen Kraft geregelt wird.

Hr. Zamboni vertheidigt die von Volta gegebene Theorie des Elektrophors gegen Hrn. Buff, der in einer Abhandlung (in den *Annales de chim. et de phys.* September 1842 p. 104, die ich nicht habe einsehen können) die Theorie des berühmten Physikers nicht für vollständig erklärt und einige Zusätze zu derselben gemacht haben soll. Allerdings hat schon Volta die Ansicht ausgesprochen, dafs die Erscheinungen am Elektrophor auf der Vertheilung beruhen, dafs er indessen manche Punkte unerklärt gelassen habe, geht aus der oben angeführten Theorie des Hrn. Munck af Rosenschöld hervor.

K. W. Knochenhauer. Ueber die Vertheilung der freien Spannung auf dem Schliefsungsdrahte der elektrischen Batterie.

Die freie Spannung, von der das Verfahren zur Bestimmung der compensirten Drahtlängen abhängig ist (s. Berl. Ber. I. 426*) wird hier nach ihrer Vertheilung auf dem Schliefsungsbogen untersucht. Die Resultate dieser Untersuchung sind folgende: 1) Die freie Spannung nimmt von der Innenseite der Batterie bis zur Aufsenseite stetig ab. Das Maximum liegt in der Batterie, das Minimum an der Aufsenseite. 2) Das Maximum ist abhängig von der Distanz der Ausladerkugeln, das Minimum = 0. 3) Auf jedem Theile des Schliefsungsdrahtes verschwindet von der freien Spannung ein seiner Länge proportionaler Theil.

Hiernach unterscheidet Hr. Knochenhauer die freie von der gebundenen Elektricität dadurch, dafs der ersteren eine Schlagweite zukommt, die gröfser oder geringer sein kann, während sie der letzteren fehlt. Nun läuft aber nach den angeführten Resultaten auf dem Schliefsungsdrahte die freie Elektricität von der Innenseite der Batterie nach der gebundenen auf der Aufsenseite und verliert je weiter sie kommt desto mehr an Schlagweite. Wie ist also, fragt Hr. Knochenhauer, der Zustand der Elektricität beschaffen, nach welchem dieselbe Quantität auf derselben Masse Metall vereinigt, eine gröfsere oder geringere Schlagweite haben kann, was ist mit andern Worten ½ ⅓ .... freie oder gewöhnliche Elektricität, und wie folgt dies Verhalten aus der bisherigen Definition?

Vertheilt man ferner die Elektricität auf mehre Zweige, wodurch erlangen diese geringeren Quantitäten wieder vermehrte Spannung, ohne doch das Thermometer auf andre Weise zu afficiren als es ihrer Quantität zukommt?

Einige angehängte Bemerkungen zur Theorie des Blitzableiters machen auf die Schädlichkeit von Nebenleitungen dünner Drähte aufmerksam, selbst wenn diese unterbrochen sind. —

Die Abhandlung des Hrn. Knochenhauer in den *Ann. de ch. et de ph.* ist eine Uebersetzung resp. Umarbeitung der im vorigen Berichte mitgetheilten Abhandlungen.

Dr. G. Karsten.

B. Entladung der Batterie.

P. Riess. Ueber elektrische Figuren und Bilder. Pogg. Ann. LXIX. 1*; Monatsb. d. Berl. Akad. 1846, p. 42*; Inst. No. 655, p. 250*; Abh. d. Berl. Akad. d. Wissensch. 1846, p. 1.

P. Riess. Elektrolytische Bilder. Pogg. Ann. LXVII. 135*; Arch. d. sc. ph. et nat. I. 306*; Berl. Gewbl. XVIII. 207*.

Hankel. Ueber die Magnetisirung der Stahlnadeln durch die Entladungsfunken einer elektrischen Batterie. Pogg. Ann. LXIX. 321*.

Marianini. De l'aimentation produite par les courants électriques momentanés. Ann. d. ch. et d. ph. XVI. 436*.

Marianini. De l'aimentation produite par les courants électriques instantanés. Ann. d. ch. et d. ph. XVI. 448*; Arch. d. sc. ph. et nat. II. 253*.

P. Riess. Ueber die Ablenkung der Magnetnadel durch die elektrische Batterie. Pogg. Ann. LXVII. 535*; Arch. d. sc. nat. II. 62.

P. Riess. Vergleichung der Reibungselektricität mit der galvanischen. Pogg. Ann. LXIX. 151*; Arch. d. sc. ph. et nat. IV. 176*.

Knochenhauer. Ueber den Vergleich der elektrischen mit den galvanischen Formeln. Pogg. Ann. LXIX. 421*.

P. Riess. Bemerkungen zu dieser Note des Herrn Knochenhauer. Pogg. Ann. LXIX. 480*.

Becquerel. De la polarité produite par les décharges électriques, et de son emploi pour la détermination de la quantité d'électricité ordinaire, associée aux parties constituantes des corps dans les combinaisons. C. R. XXII. 381*; Inst. No. 636, p. 81*; Arch. d. sc. ph. et nat. I. 291*;

P. Riess. Ueber die Entladungszeit der elektrischen Batterie. Pogg. Ann. LXIX. 426.

Dove. Ueber den Ladungsstrom. Monatsb. d. Berl. Ak. 1846, p. 366*; Inst. No. 706, p. 228*.

Knochenhauer. Ueber die Spannungsverhältnisse beim Ladungsstrome der elektrischen Batterie. Pogg. Ann. LXIX. 77*.

Hr. P. Riess hat der Berliner Akademie im Jahre 1846 eine ausführliche Abhandlung über die durch Reibungselektricität hervorgebrachten Figuren und Bilder vorgelegt. Die Originalabhandlung in den Schriften der Berliner Akademie ist mir nicht zugänglich gewesen, ich folge daher in meinem Berichte dem in Pogg. Ann. enthaltenen Auszuge.

Das folgende Schema giebt einen Ueberblick über alle hierher gehörigen Erscheinungen.

I. Die primär elektrischen Zeichnungen.

1) Die Staubfiguren.

2) Die Staubbilder.

II. Die secundär elektrischen Zeichnungen.

A. Durch Condensation von Dämpfen sichtbare Zeichnungen.

3) Die Hauchfiguren.

4) Die Hauchbilder.

B. Unmittelbar sichtbare Zeichnungen.

5) Die Farbenstreifen.

6) Die Priestley'schen Ringe.

7) Die festen Bilder.

8) Die elektrolytischen Bilder.

1. Die Staubfiguren (erfunden durch Lichtenberg, in verschiedener Färbung gezeigt durch Villarsy, weiter untersucht von Cavallo, Singer, Kortüm, de Luc, Troostwyck, Krayenhoff und Ekmarck) entstehen durch die an der Oberfläche der isolirenden Platte haftende Elektricität. Bei Entfernung dieser freien Elektricität verschwinden die Figuren. Die Anordnung des Staubes wird leicht aus bekannten elektrischen Gesetzen erklärt. Bestäubte Züge entstehen durch unelektrischen Staub, wie durch solchen der eine der Figur entgegengesetzte Elektricität besitzt, unbestäubte Züge durch Staub, der mit der Figur gleichartig elektrisch ist. Die Hauptzeichnungen sind stets von secundären Zeichnungen begleitet, die in vielen Fällen so ausgedehnt sind, daſs sie jene verwirren. Auch diese sind leicht erklärlich und zwar aus der Vertheilung oder Influenz der Elektricität.

Die von positiver Elektricität herrührenden Figuren unterscheiden sich von den negativen nicht nur durch ihre Form, sondern auch durch ihre Gröſse.

Bei genau gleicher Elektricitätsmenge und unter gleichen Umständen erzeugt, sind die positiven Figuren stets bedeutend gröſser als die negativen, nach den Versuchen von Hrn. Riess verbreiten sie sich über eine etwa 7 mal gröſsere Fläche.

2. Elektrische Staubbilder (zuerst beschrieben in Saxtorph's Elektricitätslehre, deutlicher von Masson) entstehen durch Vertheilung auf isolirenden Platten. Man erhält sie am sichersten, und nicht durch secundäre Erscheinungen gestört, unter der Luftpumpe in verdünnter Luft, wie Hr. Riess zeigt. Legt man einen metallenen Stempel auf eine Harzfläche, und elektrisirt ihn mit positiver Elektricität, so wird nach dem Bestäuben mit Mennige und Schwefel, das Bild des Stempels mit rother Zeichnung sichtbar, es rührt also von negativer Elektricität her, die durch Vertheilung auf der Harzfläche erregt ist. Mit der trocknen Säule hat Hr. Riess, wenn er sie eine längere Zeit (bei einem Versuche 5½ Stunde, bei einem andern 25½ Stunde) wirken liefs, sehr vollkommene Staubbilder erhalten.

3. Elektrische Hauchfiguren (erfunden von Riess) entstehen durch einzelne Entladungen, welche an der Oberfläche der Körper entlang gehen. Sie sind in ihrer Form, je nach der angewandten Substanz verschieden, auf Harzen bandförmig, auf Metallen kreisförmig, auf Glas und Glimmer fein verästelt. Sie verdanken ihre Entstehung einer mechanischen Veränderung der Oberfläche durch die elektrische Entladung, welche Veränderung durch die Condensation von Dämpfen sichtbar gemacht wird, die an den von der Entladung getroffenen Stellen verschieden ist von der an den nicht getroffenen [1].

4. Elektrische Hauchbilder (erfunden von mir, weiter untersucht von Knorr) entstehen durch abwechselnd in entgegengesetzter Richtung erfolgende Entladungen; sie fallen ganz unter die Kategorie der elektrischen Hauchfiguren, nur dafs bei ihnen die Entladungen (durch die Gestalt des abzubildenden Gegenstandes) auf bestimmten Stellen der Platten beschränkt wird.

5. Die Farbenstreifen (untersucht von Riess, Simon und Ettrik) entstehen durch eine heftige elektrische Entladung auf der Oberfläche von Glimmer oder weichem Glase; sie erscheinen als gefärbte, von zwei scharfgezeichneten dunkeln Linien eingefafste Bänder.

[1] S. oben p. 22 die von Hrn. Riess am Glimmer beobachtete Erscheinung, welche den Schlüssel für einige der hier besprochenen Phänomene giebt.

6. Die PRIESTLEY'schen Ringe. Wenn mehre Entladungen einer Batterie zwischen einer Spitze und einer polirten Metallfläche stattfinden, so entstehen auf der letzteren mehre gefärbte concentrische Kreise durch Oxydation des Metalls.

7. Die festen Bilder entstehen auf jeder Platte durch eine Reihe von Entladungen in abwechselnder Richtung, die nach Entstehung des vollkommenen Hauchbildes eine längere Zeit fortdauern. Wie die Hauchbilder sich zu den Hauchfiguren verhalten, so verhalten sich die festen Bilder zu den PRIESTLEY'schen Ringen. Durch die häufigen Entladungen an bestimmten Punkten einer metallischen Oberfläche wird zuletzt dieselbe an diesen Punkten chemisch verändert.

8. Die elektrolytischen Bilder (erfunden von RIESS [1]) entstehen auf Papieren, die mit einer geeigneten zersetzbaren Flüssigkeit (Jodkaliumlösung) getränkt sind, durch eine Reihe von abwechselnd entgegengesetzt gerichteten Entladungen, von welchen nur die Hälfte wirksam ist, bei welcher sich eine bestimmte Elektricitätsart auf das Papier entladet. Man bedeckt das getränkte Papier mit einem Glimmerblättchen, setzt auf dieses, fest anschliefsend, das abzubildende Objekt und verfährt wie bei der Darstellung der Hauchbilder.

Am Schlufse der Abhandlung fügt Hr. RIESS noch einige Bemerkungen über die Formverschiedenheit der Staubfiguren und die Ursache derselben hinzu. Er gelangt zu dem Resultate, dafs elektrische Staubfiguren nur dann entstehen, wenn Elektricität durch eine discontinuirliche Entladung an eine isolirende Platte gekommen ist.

Bei einer geräuschlosen continuirlichen Entladung entstehen nur unbestimmte Flecke und man kann daher unter der Luftpumpe bei stark verdünnter Luft die strahligen Figuren der positiven Elektricität nicht hervorbringen, wenn der Drath, dem die Elektricität mitgetheilt wird, auf der isolirenden Platte ruht.

Dr. G. Karsten.

[1] Ihre Darstellungsweise bildet den Gegenstand der zweiten, Eingangs dieses Abschnitts citirten, Abhandlung des Hrn. RIESS.

Hankel. Ueber die Magnetisirung der Stahlnadeln durch den Entladungsfunken einer elektrischen Batterie.

Hr. Hankel hat die Untersuchungen fortgesetzt, welche in Pogg. Ann. Bd. LXV. S. 537 mitgetheilt und in Berl. Ber. 1845, S. 404 besprochen worden sind. Die Versuche wurden in derselben Weise angestellt; und es sei hier zum bessern Verständniſs nur bemerkt, daſs, wenn von einem Wechsel in der Intensität der magnetisirten Nadeln gesprochen wird, derjenige Wechsel der Polarität zu verstehen ist, welchen gleiche, in derselben Lage gegen den Entladungsdraht aber mit verschieden starken Ladungen magnetisirte Nadeln zeigen, wenn sie nach der Stärke des magnetisirenden Stroms geordnet werden; und daſs, wenn z. B. gesagt wird, die anomale Periode tritt früher ein oder ist länger, gemeint ist, sie tritt bei schwächerer Ladung ein oder findet bei mehreren auf einander folgenden Ladungen Statt. Auf diese Periodicität bezieht sich die ganze Untersuchung, welche der Herr Verfasser unter sieben Nummern mittheilt.

I. Anzahl und Aufeinanderfolge der Wechsel in der magnetischen Polarität.

Das Resultat dieser Untersuchung ist „die Wechsel der der Anzahl nach unbegrenzten normalen und anomalen Perioden folgen in regelmäſsigen Intervallen auf einander."

Hr. Hankel gelangt zu diesem Gesetze, indem er 40 gleiche Stahlnadeln mit 40 verschiedenen Ladungen, von 1 bis zu 40 Lane'schen Maaſsflaschen, magnetisirt, Richtung und Intensität ihres Magnetismus untersucht und diejenigen Ladungen herausnimmt, bei welchen eine anomale Periode oder das Minimum einer normalen (welches nach frühern Resultaten als eine anomale Periode betrachtet wird) eintritt. Er findet nämlich folgende Ladungen: 3 6 9 11 14 16 18 21 23 26 29 32 36 40. Wenn man ohne alle Nebenrücksichten aus den gegebenen Daten die Ladungen heraussucht, welche den Minimis der normalen und den Maximis der anomalen Perioden entsprechen; so erhält man die Reihe 1 4 9 11 14 16 18 21 26 29 32 34 40, welche weit weniger regelmäſsige Intervalle zeigt. Demnach rechtfertigen die von Hrn. Hankel angestellten Ver-

suche zwar die Vermuthung eines solchen Gesetzes, bestätigen es aber nicht.

II. Einwirkung verschiedener Spiralen.

Gleiche Stahlnadeln werden bei constanten Schliefsungskreis in drei verschiedenen Spiralen, von denen die erste mit 31, die zweite mit 28 und die dritte mit 11,5 Windungen die Nadeln bedeckte, mit zunehmenden Ladungen magnetisirt und nach Intensität und Richtung ihres Magnetismus untersucht. Hierbei ergiebt sich zuerst, dafs die Maxima der normalen und anomalen Perioden mit der Anzahl der Windungen, welche die Nadeln bedecken, zuzunehmen scheinen. Herr Hankel geht aber tiefer darauf ein. Er setzt voraus:

1) dafs gleiche Batterieladungen in geraden Verhältnifs der Anzahl Windungen, welche die Nadeln bedecken, auf diese einwirken,

2) dafs bei gleichen Einwirkungen die Batterieladungen sich umgekehrt wie die Anzahl der Windungen verhalten,

3) dafs die magnetisirende Kraft des magnetischen (soll wohl heifsen elektrischen) Funkens der Einwirkung desselben proportional ist.

Hieraus folgert er

4) dafs die einander in zwei Spiralen entsprechenden normalen oder anomalen Perioden zu Ladungen gehören, die sich umgekehrt verhalten, wie die Anzahl der Windungen.

Diese Folgerung bestätigt Hr. Hankel durch zwei Beispiele aus seinen Experimenten. Nämlich 31 Windungen erzeugen eine anomale Periode bei der Ladung 11, und 28 das Minimum einer normalen bei der Ladung 13; die Proportion $31:28 = 13:x$ giebt aber $x = 11{,}7$. Ferner 11,5 Windungen geben eine anomale Periode bei der Ladung 32, und die Proportion $11{,}5:28 = 13:x$ giebt $x = 31{,}6$. Von sieben andern Berechnungen, die ich zwischen den Resultaten der ersten und zweiten Spirale angestellt habe, gaben sechs eine gleiche Uebereinstimmung mit der Beobachtung, dagegen zeigten die beobachteten und berechneten Werthe der dritten Spirale einen solchen Zusammenhang im Allgemeinen nicht. Das Resultat dieser Untersuchung giebt der Verfasser mit folgenden Worten:

„Die magnetisirende Einwirkung der Spiralen ist proportional der Anzahl der Windungen, welche die Nadel bedecken und die normalen und anomalen Magnetisirungsperioden treten stets bei derselben magnetischen Einwirkung ein; nur werden die Maxima und Minima derselben um so stärker, je geringer die dazu nöthige Ladung der elektrischen Batterie ist."

III. Die Einwirkung des Schliefsungsdrahtes auf sich selbst.

Dafs eine Einwirkung des Schliefsungsdrahtes auf sich selbst stattfindet, hatte sich bei der Riess'schen Untersuchung des Entladungsstroms mittelst des Luftthermometers nicht ergeben, entweder weil dieser Einflufs den thermischen Effekt nicht ändert, oder weil die angewendeten Drahtlängen zu gering waren. Dafs aber die Riess'schen Experimente, in extenso mitgetheilt, mehr zeigen würden als Riess darin gesehen, wie Hr. Hankel meint, ist nicht sehr wahrscheinlich. Hr. Hankel weist aber einen solchen Einflufs nach, indem er 103 Meter Kupferdraht, in Spiralen über einander gewickelt, so in den Schliefsungskreis einschaltet, dafs entweder diese ganze Drahtlänge in derselben Richtung durchströmt wird oder 28 Meter in einer und 75 Meter in entgegengesetzter, und mit jeder dieser Abänderung ungefähr 40 gleiche Nadeln mit zunehmenden Ladungen magnetisirt. Im ersten Falle zeigen die Nadeln drei normale und drei anomale Perioden, im zweiten nur zwei normale und eine anomale. Hinsichtlich anderer Versuche, welche mit geradlinigen Einschaltungen angestellt wurden, aber aus Mangel an übereinstimmenden Längen nur unter mancherlei Rücksichten einen Schlufs erlauben, verweise ich auf die Abhandlung selbst. Das Resultat, welches Hr. Hankel aus dieser Untersuchung gewinnt, ist:

„Der Einflufs eines Schliefsungsdrahtes auf sich selbst besteht darin, die anomalen Perioden zu verstärken und zu erweitern, so dafs sie den normalen mehr gleich werden.

IV. Der Einflufs der Dicke der Nadeln.

Die Versuche wurden mit dreierlei Nadeln von verschiedener Dicke, aber, was die Resultate sehr complicirt, auch von verschiedener Länge angestellt und zwar einmal mit einer geradlinigen Einschaltung von 12,05 Meter Eisendraht und dann mit einer spiralförmigen von 103 Meter Kupferdraht, so dafs auch

auf den Einflufs der Form der Einschaltung kein Schlufs möglich ist. Indefs Hr. Hankel giebt das Resultat:

„Im Allgemeinen scheinen durch dickere Nadeln die Erscheinungen nicht geändert zu werden; es treten die anomalen Perioden erst bei gröfseren Ladungen ein und können auch an Stärke verloren haben."

V. Der Einflufs der Oberfläche der Batterie.

Funfzehn gleiche Nadeln werden mit zunehmenden Ladungen magnetisirt, die in Batterien von 9, 8, 7, 6, 5 Flaschen enthalten waren. Die Einschaltung des Schliefsungskreises bestand aus einem geradlinig ausgespannten Eisendraht von 12 Meter Länge. Das Resultat der Versuche ist übereinstimmend mit den früheren Experimenten, wobei die Einschaltungen in Spiralen gewunden waren, nämlich

„dafs eine Verkleinerung der Batterieoberfläche die anomalen Perioden auf immer kleinere Ladungen zurückführt, aber dieselben zugleich auch so verkürzt, dafs sie bei einer gewissen Gröfse der Batterie aufhören als anomale Magnetisirungen zu erscheinen; man beobachtet dann nur noch abwechselnd starke und schwache normale Perioden."

VI. Veränderungen der normalen und anomalen Perioden durch eingeschaltete Widerstände.

Hr. Hankel hat hierüber sehr zahlreiche Versuche angestellt, die sich von seinen früheren dadurch unterscheiden, dafs die eingeschalteten Drähte gradlinig ausgespannt waren und auch hinsichtlich des Materials wechselten. Die Versuche mit demselben Draht von verschiedener Länge geben im Allgemeinen das schon in der ersten Abhandlung angeführte Resultat, dafs die anomalen Perioden um so früher eintreten, aber um so kürzer sind, je kürzer der Schliefsungskreis ist. Die Versuche mit materiell verschiedenen Drähten sind nicht vergleichbar, weil diese in ihren Dimensionen nicht übereinstimmen und ihrem Leitungswiderstande nach nicht untersucht sind.

VII. Der besondere von der Leitungsfähigkeit gänzlich verschiedene Einflufs einzelner Metalle, nebst einigen vorläufigen Bemerkungen über die bis jetzt betrachtete, als Interferenzphänomen sich darstellende Erscheinung.

Indem Hr. Hankel die Intensitätswechsel solcher Nadeln, die bei verschiedenen Metalleinschaltungen magnetisirt sind, genauer vergleicht, glaubt er eine Verschiedenheit zu erkennen, die von dem Leitungswiderstande dieser Einschaltungen unabhängig ist, also einer andern Eigenthümlichkeit dieser Metalle zugeschrieben werden müsse. Ich verweise hierüber auf die Abhandlung selbst, mufs aber doch bemerken, dafs die eingeschalteten Drähte, welche die Abänderungen in den Perioden hervorbringen, nicht von gleichem Widerstande sind, und dafs der Einflufs dieser Funktion viel zu wenig bestimmt ist, als dafs man ihn in Abrechnung bringen und einen nur einigermaafsen sichern Schlufs auf andere Eigenschaften der eingeschalteten Drähte machen könnte.

Der Herr Verfasser schliefst seine Abhandlung mit der Bemerkung, dafs der periodische Wechsel in der Polarität der mit zunehmenden Ladungen magnetisirten Nadeln die Folge einer zwischen den aufeinander folgenden Entladungsfunken eintretenden Interferenz sei, die mit dem Schliefsungskreis zugleich Aenderungen erleidet. Als experimentellen Beweis, dafs die Magnetisirung durch die Entladung einer Batterie eine der Richtung nach abwechselnde ist, führt er an, dafs eine stark magnetisirte Nadel, wie sie die anomale Periode magnetisiren würde, durch eine Entladung, welche eine unmagnetische Nadel nur schwach anomal magnetisirt, auch nur schwach anomal magnetisch wird.

Marianini. Ueber die Magnetisirung durch elektrische Ströme von augenblicklicher Dauer.

Ehe ich zu den oben genannten Abhandlungen des Herrn Marianini übergehe, von denen die erste im Juni 1840 die andere im August 1841 zu Modena veröffentlicht wurde, will ich erst einer Arbeit desselben Verfassers Erwähnung thun, welche im April 1840 erschien und in Ann. de ch. et de ph. XIII. 237 enthalten ist. Der Inhalt dieser Abhandlung sind Versuche, deren

Resultate in den Abhandlungen von HANKEL[1] in bestimmterer Form gegeben sind. Sie werden von Hrn. MARIANINI benutzt, Analogien zwischen dem Induktionsstrome und dem Magnetismus nachzuweisen, der durch die Entladung einer KLEIST'schen Flasche erzeugt wird. Diese sind nach Hrn. MARIANINI darin zu suchen, daſs der Magnetismus wie der Induktionsstrom in einem geringeren Verhältniſs wächst als die Spannung der elektrischen Entladung, daſs, während die Entladung einer kleinen KLEIST'schen Flasche den Magnetismus eines Eisenstabes vermehrt, eine groſse Flasche ihn vermindert, daſs eine groſse Flasche, je nachdem sie schwach oder stark geladen ist, entgegengesetzt auf den Magnetismus des Stabes einwirkt. Ich kann darin keine Analogie mit dem Induktionsstrom erkennen, da RIESS am BOHNENBERG'schen Elektrometer nachgewiesen hat, daſs der Nebenstrom, welchen die Entladung einer KLEIST'schen Flasche erregt, mit dem Hauptstrom gleiche Richtung hat, und da in der Abhandlung nicht angegeben ist, in welcher Weise durch die Anwesenheit des Eisens die inducirende Kraft des Entladungsstroms abgeändert wurde. Zudem ist ebenfalls nach RIESS der Nebenstrom wenigstens in der thermischen Wirkung dem Hauptstrom proportionaal.

Die beiden andern Arbeiten sind Fortsetzungen der eben gedachten und gehen in bestimmter Richtung auf die Untersuchung der elektrischen Magnetisirung ein. Obgleich Hr. MARIANINI bei seinen Versuchen auf die von SAVARY entdeckten Erscheinungen nicht Rücksicht zu nehmen scheint, so sind doch die Magnetisirungen im Allgemeinen mit so geringen Ladungen und an so groſsen Eisenstaben vorgenommen, daſs ein Wechsel in der Polarität im Allgemeinen nicht zu erwarten ist, wenn nicht die Richtung des Entladungsstroms geändert wird, und die Resultate also, um mit HANKEL zu reden, für die erste normale Periode ihre Gültigkeit haben können. Die Ladungen der Flasche wurden durch ein Quadrantenelektrometer gemessen und die Stäbe magnetisirt, indem die Entladungen durch eine Spirale

[1] POGG. Ann. LXV. 537; Berl. Ber. 1845. 404; POGG. Ann. LXIX. 321; Berl. Ber. 1846.

gingen, welche gegen den magnetischen Meridian senkrecht lag und die Stäbe einschlofs. Der erregte Magnetismus wurde durch eine Bussole gemessen, deren Mittelpunkt über den Mittelpunkt des unverrückten Stabes gebracht wurde. Die westlichen Ablenkungen werden mit +, die östlichen mit — bezeichnet und sollen im Folgenden als Grade des erweckten Magnetismus genommen werden.

Zuerst untersucht Hr. Marianini, in wie fern Eisen und andere Substanzen (Nickel) ihre Fähigkeit, durch elektrische Entladungen magnetisch zu werden, ändern, und findet Folgendes:

Wenn ein Eisenstab durch einen elektrischen Strom Magnetismus in einem bestimmten Sinne angenommen und durch entgegengesetzte Entladungen verloren hat; so nimmt er durch Entladungen im ersten Sinne seinen ersten Magnetismus leichter und den entgegengesetzten durch entgegengesetzte Ströme schwerer an, als wenn er vorher nicht magnetisirt war. Z. B. Ein Eisendraht erhielt durch eine Laduug von 10 Grad + 7° Magnetismus. Nachdem derselbe durch weitere Entladungen in demselben Sinne auf +31° gebracht und durch entgegengesetzte auf 0° reducirt war, wurde der Magnetismus durch eine Entladung von 10° im ersten Sinne auf +15° gebracht. Ein gleicher Draht wurde zuerst durch eine Entladung von 10° im negativen Sinne auf —7°, dann durch Entladungen im positiven auf +35°, darauf durch Entladungen im negativen Sinne auf 0° reducirt und erhielt nun durch eine Entladung von 10° im negativen Sinne nur —3° Magnetismus.

Ein Eisenstab, der durch Entladungsströme so behandelt ist, dafs er sich nach der positiven Richtung leichter und nach der negativen schwerer magnetisiren läfst als im natürlichen Zustande, kann durch entgegengesetzte Entladungen in den entgegengesetzten Zustand gebracht werden.

Die Vermehrung der Fähigkeit in einem bestimmten Sinne magnetisch zu werden, ist gleich der Verminderung der Fähigkeit den entgegengesetzten Magnetismus anzunehmen.

Die Zunahme der Fähigkeit, in einem, und die Abnahme der Fähigkeit, im anderen Sinne magnetisch zu werden, wird bei wiederholtem Verfahren immer geringer. — Dieser Satz findet

schon seine Bestätigung in der Unmöglichkeit, einem Stahlstab eine unendliche magnetische Kraft zu geben.

Zu der Fähigkeit, sich in einem bestimmten Sinne zu magnetisiren, steht die Fähigkeit, diesen Magnetismus zu verlieren, im umgekehrten Verhältnifs.

Bei allen diesen Erscheinungen kann die Vernichtung des Magnetismus auch durch einen Magneten und einen galvanischen oder magnetoelektrischen Strom geschehen.

Die Veränderung in der Fähigkeit magnetisch zu werden bleibt längere Zeit constant.

Es geht aus dem oben angeführten Beispiel hervor, dafs zwischen zwei unmagnetischen Eisenstäben hinsichtlich ihres magnetischen Verhalten ein wesentlicher Unterschied stattfinden kann.

Hr. Marianini geht in der letzten Abhandlung genauer darauf ein und sucht die Ursachen, welche jene Veränderung in der Magnetisirbarkeit des Eisens erklären. Zuerst zeigt sich ihm durch mehrfache Versuche ein Unterschied zwischen den verschiedenen Mitteln, den Magnetismus zu vernichten. Die einen heben nur die Polarität auf, lassen aber die Modifikation in der Magnetisirbarkeit bestehen; sie beruhen auf entgegengesetzter Magnetisirung und können also nie magnetisirtes Eisen magnetisch machen. Die andern heben aber nicht nur die Polarität auf, sondern versetzen das Eisen in seinen natürlichen Zustand; sie können nie-magnetisirtes Eisen nicht magnetisch machen. Diese Mittel sind die Wärme und mechanische Erschütterungen, wozu auch die Entladung einer Kleist'schen Flasche durch den Eisenstab zu rechnen ist. Wenn ein nie-magnetisirter Eisenstab magnetisirt und dann einer der letzten Einwirkungen unterworfen wird, so ist der Verlust an Magnetismus verhältnifsmäfsig um so gröfser, je schwächer die Magnetisirung war. Wenn ein magnetischer Eisenstab z. B., durch einen Stofs erschüttert, nicht den ganzen Magnetismus verliert, so verliert er ihn auch nicht durch Wiederholung gleicher Stöfse ganz vollständig, sondern behält ein gewisses Minimum, das um so gröfser ist, je kräftiger der ursprüngliche Magnetismus war. Es wird also ein Eisenstab, der noch den ganzen ihm mitgetheilten Magnetismus besitzt, durch

wiederholte Erschütterungen bis auf ein gewisses Minimum geschwächt werden können, während ein anderer, der nur noch dieses Minimum von Magnetismus hat, bei demselben unverändert bleibt.

Diese Erscheinungen macht Hr. Marianini zur Grundlage der Untersuchung: in welchem Zustande sich ein irgendwie magnetisirter Eisenstab befindet, wenn ihm durch entgegengesetzte, aber schwächere Magnetisirung seine Polarität genommen worden ist. A priori können darüber nach dem Hrn. Verfasser dreierlei Annahmen gemacht worden:

1) Die entgegengesetzten Magnetisirungen haben die ersten zerstört und das Eisen in den natürlichen Zustand gesetzt.

2) Die entgegengesetzten Magnetisirungen haben sich gegenseitig modificirt und zwei gleiche, aber entgegengesetzte Systeme gebildet, welche sich einander das Gleichgewicht halten.

3) Die beiden magnetischen Systeme existiren unabhängig von einander, modificiren sich einander nicht, sind auch nicht einander gleich, sondern nur äquivalent und entgegengesetzt.

Von dem letzten Zustande kann man eine grobe Vorstellung bekommen, wenn man sich in einem Bündel magnetischer Drähte die Polarität dadurch aufgehoben denkt, dafs die Drähte, welche den Nordpol nach der einen Seite gewendet haben, an Zahl weniger, aber an Intensität einzeln kräftiger sind als die, welche den Nordpol nach der andern Seite wenden. Die Experimente, welche Hr. Marianini darüber anstellt, entscheiden sich für die letzte Hypothese. Er läfst nämlich einen solchen Eisenstab z. B. von 2 Meter Höhe auf einen Stein fallen und findet nachher an ihm 16° Magnetismus im Sinne der ihm zuerst mitgetheilten Polarität. Dies ist weder nach der ersten noch nach der zweiten Hypothese möglich, weil im natürlichen Zustande das Eisen durch eine mechanische Wirkung nicht magnetisirt wird und weil die ganz gleichen magnetischen Systeme der zweiten Hypothese eine gleiche Veränderung erfahren müssen. Aber nach der dritten Annahme kann die Erschütterung von der schwächern Magnetisirung, welche zur Aufhebung der Polarität angewendet wurde, mehr vernichten als von der ersten stärkeren und somit die erste Polarität wieder hervorbringen. Statt der mechanischen

Erschütterung wurde auch die Wärme oder eine elektrische Erschütterung angewendet, und selbst mit Stahlstücken dasselbe Resultat erhalten.

Der übrige Theil der Abhandlung enthält nur noch Experimente, deren Resultate aus dem Vorhergehenden leicht zu abstrahiren sind, und schliefst mit einem Versuche, durch welchen der Zustand eines in seiner Magnetisirbarkeit veränderten Eisenstabes direkt dargestellt werden soll. Es werden nämlich magnetische Drähte, wie oben angeführt wurde, zu einem unpolarischen Bündel vereinigt und der elektrischen Magnetisirung unterworfen, wobei sich ähnliche Erscheinungen ergeben, wie an einem magnetisirten und demagnetisirten Eisenstabe.

C. G. Jungk.

P. Riefs. Ueber die Ablenkung der Magnetnadel durch die elektrische Batterie.

Bei Durchsicht von früheren Versuchen [1] über die Ablenkung der Magnetnadel durch die elektrische Batterie, aus denen sich ergab, dafs die Ablenkung der Nadel abhängig von der Oberfläche der Batterie ist, fiel Hrn. Riess der Umstand auf, dafs bei einigen Versuchen ein nach der Entladung nachhaltiges Zischen und ein Residuum bemerkt wurde, während er neuerdings erfahren hatte [2], dafs eine Wassersäule von den dort gebrauchten Dimensionen eine Batterie vollständig entladet. Hr. Riess hat deswegen die Versuche wiederaufgenommen, und gefunden, dafs bei ganz vollständiger Entladung die Ablenkung der Nadel von der Oberfläche der Batterie unabhängig ist. Die früheren Resultate konnten daher nur durch das bei ihnen bemerkte Residuum veranlafst worden sein, welches bei Einschaltung von Wasser viel gröfser ist, als bei ganz metallischer Schliefsung [3], und aufserdem mit vermehrter Oberfläche der Batterie zunimmt,

[1] Pogg. Ann. XL. 353.

[2] Ebendas. LXV. 533.

[3] Ebendas. LIII. 14.

statt dafs es bei metallischer Schliefsung von der Oberfläche unabhängig bleibt.

Von der Richtigkeit dieser Ansicht überzeugte sich Hr. Riess durch neue Versuche.

Am Schlufs der Abhandlung kommt Hr. Riess zu einer Entwicklung von der Verschiedenheit des reibungselektrischen von einem andern elektrischen Strome, wodurch eine doppelte Polemik zwischen Hrn. Riess und Hrn. de la Rive einerseits, und Hrn. Riess und Hrn. Knochenhauer andererseits, herbeigeführt worden ist, auf die ich daher etwas näher eingehen mufs.

„Was die Ablenkung der Magnetnadel durch vollständige Entladung der Batterie betrifft," sagt Hr. Riess, „so erscheint dieselbe in den bisher zugänglichen Versuchen unabhängig von der Dichtigkeit der Elektricität in der Batterie und der Beschaffenheit des angewandten Zwischenleiters im Schliefsungsbogen. Die Entladung der Batterie darf weder zu schnell, noch zu langsam geschehen, damit eine Ablenkung der Nadel überhaupt erfolge, und wo sie erfolgt, ist sie eine momentane Wirkung des elektrischen Stroms und von der Ablenkung durch den galvanischen Strom wesentlich verschieden. Wenn daher meine Versuche bei vollständiger Entladung der Batterie auch mit denen übereinstimmen, die Faraday bekannt gemacht hat, so erscheinen mir die von ihm daraus hergeleiteten Gesetze und Folgerungen von sehr prekärer Natur. Nachdem Faraday durch eine Batterieentladung eine bestimmte Ablenkung am Multiplikator erhalten hat, construirt er ein Volta'sches Element, das, 3½ Sekunden auf den Multiplikator wirkend, dieselbe Ablenkung hervorbringt, und schliefst, dafs die von dem Elemente gelieferte Elektricitätsmenge der in der Batterie angehäuften gleich sei. Dieser Schlufs scheint mir so wenig gerechtfertigt, als es der auf die Gleichheit zweier Magnete sein würde, die eine gleiche Ablenkung am Multiplikator hervorbringen, nachdem der eine 3½ Sekunden lang, der andere aber eine viel kürzere unbekannte Zeit dem Instrumente nahe gebracht war."

Als anderer Beleg, dafs der Strom der Reibungselektricität noch auf keiner sicheren Basis mit einem andern Strome zu vergleichen ist, führt Hr. Riess folgendes Beispiel an: „Als Ampère

den elektrischen Strom an der galvanischen Säule definiren, gab er beiläufig an, dafs ein solcher auch durch Reibungselektricität erzeugt werden kann, wenn man Conductor und Reibzeug einer Elektrisirmaschine mit einander verbindet, dafs aber an der Maschine die erzeugte Elektricitätsmenge dieselbe bleibe, welches Leitungsvermögen auch die Schliefsung besitze, während die Menge, welche die Säule in Bewegung setzt, ins Unbestimmte wächst, wenn man die Enden derselben durch einen bessern Leiter verbindet. Ein leicht an jeder Elektrisirmaschine anzustellender Versuch zeigt, dafs dies nicht richtig ist. Verbindet man Conduktor und Reibzeug durch einen langen dünnen Metalldraht, oder durch einen kurzen mit Wasser genäfsten Baumwollenfaden, so kann man während des Spieles der Maschine vom Conduktor Funken ziehen. Bei dieser Verbindung bleiben Scheibe und Conduktor geladen, und es wird nothwendig in gleicher Zeit viel weniger Elektricität erzeugt und abgegeben, als bei besser leitender Verbindung die den Conduktor fortwährend entladet."

Hr. DE LA RIVE begleitete die Uebersetzung dieser Abhandlung in dem Arch. d. sc. ph. et nat. mit einigen kritischen Anmerkungen. Hr. RIESS widerlegt zunächst in dem oben citirten Aufsatze: „über die Vergleichung der Reibungselektricität mit der galvanischen Elektricität" diese Einwände und geht hierauf zu einer ausführlicheren Entwicklung, über die Unzulänglichkeit der bisherigen Vergleichung der genannten Elektricitäten, über.

Die Wirkung des galvanischen Stromes hängt von der Erregung der galvanischen Elektricität und von dem Leitungswiderstande der ganzen Kette ab, aber nur der letztere ist klar erkannt und direkt bestimmt worden. Was dagegen die Erregung sei, an welcher Stelle sie stattfindet, welchen Modalitäten sie unterworfen ist, das sind noch unbeantwortete Fragen. Umgekehrt verhielt es sich mit dem elektrischen Strome, dessen Erregung, ihrer Gröfse und Beschaffenheit nach genau bestimmt und messbar war. Hierzu kommt noch, dafs neuerdings durch Hrn. RIESS auch der Einflufs der Schliefsung auf den Entladungsstrom bestimmt worden ist, und wir uns daher in dem günstigen Falle befinden, die Wirkungen dieses Stromes nach drei Bedin-

gungen der Elektricitätsmenge, der Dichtigkeit, dem Leitungszustande der Schliefsung, studiren zu können.

Die Schwierigkeiten bei der Vergleichung beider Ströme entstehen also daraus, dafs man die Dauer beider Ströme, die Dichtigkeit der in Bewegung gesetzten Elektricität, und die bei beiden wesentlich verschiedene Schliefsung, berücksichtigen soll, ohne doch den Einflufs dieser veränderlichen Elemente zu kennen.

Die von verschiedenen Physikern angestellte Vergleichung ist daher nirgends beweisend. Als Beispiel von der Verwirrung, die in dieser Vergleichung herrscht, führt Hr. Riess eine Stelle aus Hrn. Knochenhauer's Untersuchungen (nämlich der Bearbeitung in den Ann. de ch. et de ph. p. 108) an, in der derselbe einmal die Entladungszeit der Batterie, nach der Angabe von Riess, proportional der angewandten Flaschenzahl setzt, also proportional der Elektricitätsmenge bei constanter Dichtigkeit, und dennoch das andere Mal sagt, die Entladungszeit bleibe unabhängig von der Dichtigkeit der Elektricität in der Batterie.

Hr. Knochenhauer sucht diesen Widerspruch in der oben angeführten Notiz: über den Vergleich der elektrischen mit den galvanischen Formeln" aufzuklären, kommt aber dabei, wie Hr. Riess in der Bemerkung zu der Note des Hrn. Knochenhauer darthut, zu einer durchaus unverständlichen Definition über Elektricitätsmenge und Dichtigkeit, so dafs ich diesen Punkt füglich übergehen kann.

Hr. Riess zeigt aber ferner, dafs andere Physiker, die mit klarer Einsicht eine Vergleichung der beiden elektrischen Ströme unternahmen, sich in ihren Voraussetzungen täuschten. Ampère läugnete den Einflufs der Beschaffenheit des Schliefsungsbogens auf den elektrischen Entladungsstrom; Faraday den Einflufs der elektrischen Dichtigkeit auf die speciellen Wirkungen desselben, namentlich auch auf die Erwärmung, weil er sich auf die falsche Behauptung von Harris verliefs, nach welcher die erwärmende Kraft einer gegebenen Elektricitätsmenge von der Dichtigkeit unabhängig sein soll. Eben hierher gehört der oben erwähnte ungenügende Vergleich der beiden Elektricitäten, der sich auf die Ablenkung der Magnetnadel stützt, von dessen Unzulänglichkeit

Hr. de la Rive nichts wissen will, ohne jedoch die Gründe für seine Ansicht vorzutragen.

Es bleibt noch die Vergleichung übrig, die von der Gleichheit der chemischen Wirkungen hergenommen ist. Jodflecken von gleicher Ausdehnung auf einem dem elektrischen und dem galvanischen Strome ausgesetzten Papiere sollen diese Gleichheit bestimmen, allein auch hier vernachläſsigt man den Einfluſs der Dichtigkeit der Elektricität. Noch ungenügender sind die Versuche von Becquerel, von denen Hr. de la Rive sagt, daſs sie die Vergleichung der chemischen Wirkungen beider Ströme bestätigen.

Hr. Becquerel bemerkt die Polarisation von Goldplatten in einer Flüssigkeit durch die Entladung einer Leydener Flasche. (Daſs Hr. Becquerel diese Beobachtung für neu hält, während sie vor 8 Jahren von Henrici in Pogg. Ann. publicirt worden ist, kann bei einem so gründlichen Kenner fremder, namentlich deutscher Untersuchungen nicht auffallen.) Hr. Becquerel oder vielmehr Hr. Henrici findet, daſs die Platten durch die Entladungen der Flasche so polarisirt werden, daſs die resultirenden Ablenkungen am Galvanometer nahe im Verhältniſse der Schlagweiten stehen. Hr. Becquerel lieſs ferner ein sehr schwaches Volta'sches Element während 1½ Sekunde auf seine Goldplatten polarisirend wirken, fand die Ablenkung im ersten Falle noch einmal so groſs, als im zweiten, und folgerte dann ohne Bedenken, daſs die Polarisirung durch Reibungs-, sowie durch galvanische Elektricität proportional der Zersetzung der zwischen den Platten befindlichen Flüssigkeit, und diese Zersetzung proportional der gebrauchten Elektricitätsmenge sei. Von diesen auf keine Weise nachweisbaren Zersetzungen geht Hr. Becquerel zu wirklichen Zersetzungen durch eine Volta'sche Kette über und berechnet die Menge von Ladungen seiner Leydener Flasche, die zur Zersetzung von 1 Gramme Wasser erfordert werde. „Ich brauche," fährt Hr. Riess fort, „wohl kaum auf das Willkührliche dieser Folgerungen aufmerksam zu machen. Die Polarisation ist eine noch sehr dnnkle Erscheinung, die bei der Reibungselektricität gewiſs nicht allein von der Zersetzung einer Flüssigkeit abhängt, da eine nahe damit verwandte Erscheinung (die

Ladung von Halbleitern) an starren Körpern hervorgebracht werden kann. Selbst der Zusammenhang der Polarisation mit der Elektricitätsmenge der Flasche ist nicht klar nachgewiesen, da die Schlagweite einer Flasche proportional der Dichtigkeit der in ihr befindlichen Elektricität ist, in den Versuchen von Henrici und Becquerel die polarisirenden Elektricitätsmengen 1, 2, 3 die Dichtigkeiten 1, 2, 3 besafsen, diesen Versuchen also auch beliebig eine Abhängigkeit der Polarisation von der Dichtigkeit entnommen werden kann."

Hiernach kann man Hrn. Riess nur beistimmen, wenn er behauptet, dafs wir noch keine sichere Basis haben, von der aus der Strom der Reibungselektricität mit dem galvanischen Strome zu vergleichen wäre.

P. Riess. Ueber die Entladungszeit der elektrischen Batterie.

In der von Hrn. Riess aufgestellten Formel für die Wärmeentwicklung durch die Entladung der Batterie:

$$W = \frac{aV}{(1+bV)} \cdot \frac{q^2}{s}$$

soll der Nenner die Entladungszeit ausdrücken, und Hr. Riess verstand diesen Ausdruck so, dafs durch die Verlängerung des Schliefsungsdrahtes die Dauer der Entladung um eine Zeit verzögert werde, welche der zugesetzten Drahtlänge direkt proportional ist.

Eine hieraus abgeleitete Gröfse, nämlich das Produkt der Länge eines Drahtes mit einer für sein Metall geltenden Constanten, dividirt durch das Quadrat seines Halbmessers, nannte Hr. Riess den Verzögerungswerth.

In der Abhandlung von W. Weber (Elektrodynamische Mafsbestimmungen. Abh. bei Begr. d. Sächs. Ges. d. Wiss. p. 211; s. unten V. 7. A.) findet Hr. Riess eine Bestätigung seiner Ansicht bei den Versuchen, wo dieser Gelehrte die Entladungszeit einer constant geladenen Batterie zu bestimmen sucht, die durch

verschiedene Längen einer nassen Hanfschnur geschlossen war. W. Weber fand nämlich:

Länge der Schnur.	Dauer der Entladung.
2000mm . .	0,0851 Sekunden.
1000mm . .	0,0345 -
500mm . .	0,0187 -
250mm . .	0,0095 -

wodurch das von Hrn. Riess aufgestellte Gesetz der Proportionalität deutlich bestätigt wird.

Einen zweiten Vergleichungspunkt bietet der von W. Weber bestimmte Ausdruck für die Wirkung des Schliefsungsdrahtes auf einen beweglichen Theil desselben Drahtes, mit obiger Formel dar. Der Ausdruck ist

$$\varepsilon = A i^2 \Theta;$$

setzt man die Intensität $i = \frac{q}{\Theta}$ und $\Theta = (1 + bV)s$, so wird

$$\varepsilon = \frac{A}{(1+bV)} \cdot \frac{q^2}{s}$$

wie oben. Wenn durch Aenderung der Flaschenzahl und der Elektricitätsmenge der zweite Faktor so geprüft wäre, wie der erste durch obige Versuche, so würde sich folgendes merkwürdige Resultat ergeben: Die Winkelgeschwindigkeit, die ein beweglicher Theil des Schliefsungsdrahtes durch einen festen Theil desselben bei der Entladung erhält, hängt von der Beschaffenheit des ganzen Schliefsungsbogens, von der Elektricitätsmenge und der Dichtigkeit derselben in der Batterie nach demselben Gesetze ab, wie die durch die Entladung in einem constanten Drahtstücke des Bogens erregte Wärmemenge.

Dr. G. Karsten.

H. W. Dove. Fortsetzung seiner Untersuchungen über den Ladungsstrom der elektrischen Batterie.

Zu den Prüfungsmitteln, denen Hr. Dove die Einerleiheit des Ladungsstroms und des Entladungsstroms schon bei seinen ersten Versuchen im vorigen Jahre unterworfen, fügt derselbe

nun noch die Magnetisirung von Stahlnadeln durch einen geradlinig ausgespannten Theil der Leitung hinzu, auf dessen Richtung sie sich senkrecht angebracht finden, bald bei einer und derselben Stromstärke in verschiedener Entfernung, bald in einer und derselben Entfernung bei verschiedener Stromstärke. Hr. Dove zeigt, dafs auch diesem Prüfungsmittel gegenüber die von ihm behauptete Einerleiheit jener Ströme sich bewährt, indem die Nadeln beim Ladungsstrom wie beim Entladungsstrome die bekannten Savary'schen Wechsel der Polarität darbieten, und zwar, nach Hankel's neuerer Beobachtung am Entladungsstrome (S. Berl. Ber. 1845. S. 405, 406), auch am Ladungsstrom leichter, wenn man ihn durch Einschaltung gröfserer Drahtlängen verzögert. — Bei dem Entladungsstrome erfolgt, nach Wheatstone's Angabe, der Funke an einer Unterbrechungsstelle in der Mitte später als die an beiden Enden gleichzeitigen Funken. Hr. Dove wirft die Frage auf, wie sich dies Verhalten wohl für den Ladungsstrom gestalten möchte, wo die freie Elektricität sich nur an dem einen Ende findet, und giebt der Hoffnung Raum, dafs es Wheatstone gefallen werde, Versuche zur Entscheidung derselben anzustellen.

Dr. E. du Bois-Reymond.

W. Knochenhauer. Ueber die Spannungsverhältnisse beim Ladungsstrom der elektrischen Batterie.

Hr. Knochenhauer bestimmt die Spannungsverhältnisse bei dem von Dove beschriebenen Ladungsstrome auf dieselbe Weise wie er es für den gewöhnlichen Entladungsstrom in der Abhandlung über die Bestimmung der compensirten Drahtlängen thut (s. unten V. 2. C.) und findet die Verhältnisse für den Ladungsstrom genau wie für den Entladungsstrom.

Dr. G. Karsten.

C. Elektro-Induktion.

Knochenhauer. Bestimmung der compensirten Drahtlänge ohne Luftthermometer. Pogg. Ann. LXVII. 327.

Knochenhauer. Lösung des kürzlich über die Verzweigung galvanischer Ströme aufgestellten Problems. Pogg. Ann. LXVIII. 136.

K. W. Knochenhauer. Bestimmung der compensirten Drahtlängen ohne Luftthermometer.

Hr. Knochenhauer nannte compensirte Drahtlängen solche, die im Schliefsungsdrahte der Batterie nach einander eingeschaltet, eine gleiche Veränderung in der Wärmeangabe des Thermometers bedingen [1]. Er hatte die Ansicht aufgestellt, dafs diese Längen nicht identisch seien mit den reducirten Längen beim galvanischen Strome, sondern dafs sie durch die freie Spannung der Elektricität bedingt würden. Auf dieser Ansicht beruht die neue Methode durch Messung der Funkenlänge die compensirten Drahtlängen zu bestimmen. Funfzehn mitgetheilte Beobachtungsreihen gaben Hrn. Knochenhauer dieselben Werthe, die er früher bei Anwendung des Luftthermometers erhalten hatte.

K. W. Knochenhauer. Lösung des über die Verzweigung galvanischer Ströme aufgestellten Problems für den Entladungsstrom der elektrischen Batterie.

Poggendorff's Lösung dieses Problems [2] veranlafste Herrn Knochenhauer den gleichen Fall für die elektrische Batterie zu betrachten. Nach den früheren Arbeiten des Hrn. Knochenhauer läfst sich hier nichts Neues hinzufügen, genug, dafs er eine vollständige Uebereinstimmung der für den elektrischen und für den galvanischen Strom geltenden Formeln findet, wenn er die compensirten Drahtlängen $\lambda_1\ \lambda_2 \ldots$ für $r_1\ r_2 \ldots$ in Poggendorff's Formel, u. s. f. einsetzt.

[1] Berl. Ber. I. 426*

[2] Pogg. Ann. LXVII, 273; s. unten V. 5. A.

Dr. G. Karsten.

D. Erregung der Elektricität.

Duprez. Dégagement d'électricité dans l'expérience connu sous le nom crève-vessie. Inst. No. 640, p. 123*; Bull. de Brux. XII. 2. 142*; Arch. d. sc. ph. et nat. II. 289*; Sillim. J.

Danger. Leuchten des Quecksilbers. Pogg. Ann. LXVIII. 303*; Berl. Gewbl. XXI. 112. C. R. XVI. 408*.

Dwight. Electric excitement of paper. Sillim. J. 1846, 1. 427*; London. J. XXVIII. 367*.

Schönbein. Elektrisches Papier. Pogg. Ann. LXVIII. 159*; Arch. d. sc. ph. et nat. II. 176*; Dingl. p. J. C. 379*; Pol. Notzbl. I. 190*.

C. Grüel. Ueber elektrisches Papier. Dingl. p. J. CII. 168*.

Bowmann. On the electricity of gun-cotton. Phil. mag. XXIX. 500*.

Ueber die Erregung der Elektricität sind im Laufe des Jahres 1846 mehrere Beobachtungen gemacht worden, von denen besonders die, welche die elektrische Erregbarkeit des Papiers betreffen, zu besprechen sind, da mit dem von Schönbein erfundenen elektrischen Papiere den Physikern ein sehr brauchbares Material für elektrische Versuche übergeben worden ist.

Ein Paar andere Phänomene, bei welchen das Auftreten von Elektricität beobachtet wurde, sind noch aufserdem zu erwähnen.

Hr. Duprez bemerkte, dafs bei dem Versuche in dem vermittelst der Luftpumpe eine thierische Blase durch den Druck der Luft zum Zerreifsen gebracht wird, eine Entwicklung von Elektricität stattfindet, was nicht eben wunderbar ist.

Hr. Danger theilt mit, dafs ein Quecksilbertropfen sehr leuchtend werde, wenn man ihn in einen luftleeren, aber mit Quecksilberdampf gefüllten Recipienten fallen lasse. Hr. Poggendorff setzt gewifs mit Recht zu dieser Notiz hinzu, dafs die Erscheinung wohl auf das bekannte Leuchten der Barometer zurückkommen möchte.

Hr. Dwight bespricht die bekannte Thatsache, dafs Papier, wenn es gut getrocknet ist, und dann gerieben wird, einer starken Elektricitätserregung fähig ist. In Papierfabriken ist dieser Umstand sehr häufig beobachtet worden (s. Hankel in Pogg. Ann. LV. 477; Walker's electr. mag. Jan. 1845. Mech. mag. XLII. 40). In einer Notiz in Pogg. Ann. beschreibt Hr. Schönbein die aus-

gezeichneten elektrischen Eigenschaften des von ihm erfundenen elektrischen Papieres. Die Zubereitung dieser merkwürdigen Substanz mit concentrirter rauchender Salpetersäure, oder mit einer Mischung von dieser und concentrirter Schwefelsäure ist jetzt schon hinlänglich bekannt. Die ausgezeichneten elektrischen Eigenschaften verdankt das Schönbein'sche Papier wahrscheinlich wohl der Aufhebung, oder Verringeruug seiner hygroskopischen Eigenschaften durch die Präparirung, wozu vermuthlich die Zusammenziehung, die das Papier in der Säure erfährt, bedeutend beiträgt. Hr. Schönbein empfiehlt mit Recht die Anwendung des Papiers zu Electrisirmaschinen, wie denn auch Hr. Grübl aus demselben sehr kräftige Elektrophore verfertigt hat.

Hr. Bowmann theilt in einer kurzen Notiz mit, dafs die Schiefsbaumwolle, die bekanntlich ebenso wie das elektrische Papier, verfertigt wird, ebenfalls stark elektrisch wirkt, wenn sie gerieben wird, wobei es allerdings merkwürdig ist, dafs bei einem so lockeren Körper wie der Schiefsbaumwolle die Hygroskopie vernichtet zu sein scheint.

Dr. G. Karsten.

E. Elektrische Apparate.

Grübl. Wirksame Cylinder-Elektrisirmaschinen. Dingl. p. J. C. 413*; Polyt. Notzbl. I. No. 23, p. 367*.

R. Wolf. Ueber elektrische Maschinen aus Papier. Pogg. Ann. LXIX, 558*; Arch. d. sc. ph. et nat. IV. 65*; Mittheil. der nat. Ges. in Bern. No. 77 u. 78, 1846.

Romershausen. Apparat zur Beobachtung der atmosphärischen Elektricität. Pogg. Ann. LXIX. 71*; Arch. de sc. ph. et nat. IV. 179*.

Munck of Rosenschöld s. II. 2. A. c. p.

F. Petrina und Zamboni s. II. 2. A. c. p.

Von den Apparaten für die Reibungselektricität, die im Jahre 1846 angegeben worden sind, ist nicht mehr viel hinzuzufügen, von einigen derselben, der neuen Combination der Franklin'schen Tafeln von Munck af Rosenschöld, dem neuen Elektrophor-

Elektroskop von Petrina, und dem elektrischen Papiere, ist schon im Vorigen die Rede geweesen.

Hr. Grüel empfiehlt seine Cylinderelektrisirmaschinen, die er, da jetzt die Cylinder technisch viel besser wie früher ausgeführt werden, für vortheilhafter hält wie die Scheibenmaschinen; ein Hauptübelstand bei den Cylindermaschinen bestand früher darin, dafs die Oberflächen der Cylinder zu uneben waren und daher das Reibzeug nicht genau anschlofs.

Hr. Wolff berichtet als historische Notiz zu der oben erwähnten Empfehlung des elektrischen Papieres zur Anwendung bei Elektrisirmaschinen, von Schönbein, dafs schon 1778 der Mechaniker J. J. Mumenthaler in Langenthal kräftige Elektrisirmaschinen aus Papier angefertigt hat.

Hr. Romershausen beschreibt die Construction eines von ihm benutzten Apparates zur Beobachtung der atmosphärischen Elektricität. Der Apparat zeigt nichts wesentlich Neues, ein Kranz mit feinen Spitzen aufserhalb des Hauses angebracht, ist dazu bestimmt die atmosphärische Elektricität aufzunehmen und zu einer elektrometrischen Vorrichtung, die der Coulomb'schen Drehwaage ähnlich ist, und zu einem Behrend'schen Elektroskope ins Zimmer zu leiten.

Dr. G. Karsten.

F. Dampfelektricität.

F. Reich und P. Riess. s. unten V. 3. Atmosphärische Elektricität.

G. Pyroelektricität.

Hausmann. Pyroelektricität des Struvits. Nachr. d. G. A. Univ. 1846. No. 8, p. 121 *; Inst. No. 665, p. 322*.

Hr. Hausmann hat den in Hamburg gefundenen Struvit (phosphorsaure Ammoniak-Talkerde), der in seiner Krystallform grofse

Aehnlichkeit mit dem Turmalin, Topas und Zinkglase zeigt, auf seine Pyroelektricität untersucht. Er fand dieselbe bei schwacher Erwärmung nicht, wohl aber wenn die Erwärmung so weit ging, dafs sich an den Flächen ein weifser Beschlag zu bilden begann.

Hr. P. Riess, welcher die ausgezeichneten Exemplare des Mineralien-Cabinettes der Berliner Universität untersucht, fand schon bei Erwärmungen bis 80° die elektrischen Eigenschaften so stark wie beim Topas.

Dr. G. Karsten.

---

3. Atmosphärische Elektricität.

F. Reich. Elektrische Versuche I. Abh. b. Begr. d. Königl. Sächs. Ges. d. Wiss. 1846, p. 197*.

P. Riess. Die Ursache der Luftelektricität noch unerwiesen. Pogg. Ann. LXIX. 286*; Arch. d. sc. ph. et nat. III. 392*.

E. Romershausen. Apparat zur Beobachtung der atmosphärischen Elektricität (s. ob. p. 361).

Stricker. Ueber Anwendung des Galvanismus zur Prüfung der Blitzableiter. Pogg. Ann. LXIX. 554*; Dingl. p. J. CIII. 265*.

Dupuis-Delcourt. Électro-subtracteur. C. R. XXII. 1057*; Quesn. rev. sc. XXVI. 256*.

Henry. Ueber ein einfaches Verfahren, Gebäude mit metallischer Bedachung vor dem Blitz zu schützen. Dingl. J. CI. 43*; Arch. d. sc. ph. et nat. IV. 183*; Phil. Mag. XXVIII. 340*.

Boussingault. Effets produits par un coup de foudre. — L'odeur qu'exhalent souvent les corps foudroyés récemment, est-elle bien désignée par le nom d'odeur sulfureuse? C. R. XXII. 919*; Inst. No. 648, p. 187*; Quesn. rev. sc. XXVI. 259*; Arch. d. sc. ph. et nat. II. 179*; Pogg. Ann. LXVIII. 448*; Edinb. J. XLI. 421*.

Bonjean. Présence du soufre sur les corps métalliques foudroyés. C. R. XXIII. 153*; Pogg. Ann. LXIX. 534*; Phil. mag. XXX. 222*; Edinb. J. XLII. 374*.

G. Fiedler. Merkwürdige Blitzschläge. Pogg. Ann. LXVIII. 299*.

d'Hombres-Firmas. Notice sur un effet extraordinaire de la foudre. C. R. XXIII. 1060*.

de Carville. Coup de foudre sur une maison munie d'un paratonnere C. R. XXII. 177*.

Peltier. Sur la présence du sulfhydrate d'ammonique dans les grêlons tombés à Doué-la-Fontainc. C. R. XXII. 376*.

Mellet. Trombes de vapeur. Inst. No. 649, p. 204*.

R. Edmons. On the great thunder-storms and extraordinary agitations of the sea on 5. July and 1. August 1846. Edinb. J. XLI. 412*.

Gouillaud. Sur une trombe qui a exercé ses ravages à Moulins. C. R. XXII. 344.

Hr. F. Reich hat durch eine Reihe mannigfaltiger Versuche die Ansicht über die Entstehung der Luftelektricität einer Prüfung unterworfen. Volta und Saussure erklärten dieselben dadurch, dafs sie annahmen, das Wasser entwickle beim Verdampfen Elektricität, und zwar so, dafs die negative Elektricität zurückbliebe, während die positive mit den Dämpfen fortgeführt, und durch deren spätere Condensation dann wieder frei würde. Durch die Versuche von Pouillet wurde diese Ansicht dahin berichtigt, dafs reines Wasser bei seiner Verdampfung keine Elektricität entwickele; dafs aber das Gefäfs und das zurückbleibende Wasser immer negativ elektrisch seien, wenn das Wasser Salze oder Säuren, dagegen positiv, wenn es Alkalien enthalten hatte. Aus den vielfachen und sehr sorgfältigen Versuchen, welche Herr Reich über diesen Gegenstand angestellt hat, geht hervor, dafs reines Wasser in einen erhitzten Platintiegel gebracht, niemals Elektricität beim Verdampfen entwickelt und dafs Wasser, welches Substanzen aufgelöst enthält, nur in dem Augenblicke Elektricität erzeugt, wo es aus dem sphäroidalen Zustande in den kochenden übergeht, und durch die theilweise Benetzung der Tiegelwände eine Reibung der Wasserdämpfe stattfindet. Noch stärkere Elektricität erhält man, wenn man den Tiegel mit einer indifferenten Substanz füllt, ihn erhitzt und dann Wasser darauf spritzt. — Bei der Verdampfung von Wasser unter dem Siedepunkte bemerkte Herr Reich niemals eine Entwickelung von Elektricität, auch gelang es ihm nicht durch Condensation von Wasserdämpfen Elektricität zu erregen. — Nach der Pouillet'schen Ansicht entsteht bei den obigen Experimenten die Elektricität nicht durch die Reibung der Dämpfe, sondern durch die Trennung der Wassertheilchen vom Salze; es

wäre in diesem Falle wohl anzunehmen, dafs auch bei der Vereinigung von Salzen mit Wasserdämpfen Elektricität entstehen müfste. Um dies zu untersuchen, verband Hr. Reich einen kleinen Platintiegel, in dem sich zu verschiedenen Malen Kochsalz oder Chlorcalcium befand, mit einem empfindlichen Elektroskop und leitete aus der Entfernung Wasserdämpfe darauf: obgleich das Salz begierig Wasser aufnahm, konnte doch niemals eine Entwicklung von Elektricität bemerkt werden. Aus diesen Versuchen folgert Hr. Reich nicht, dafs bei der Dampfbildung und dem Niederschlage des Dampfes keine Elektricität frei werde, sondern nur, dafs es uns bis jetzt noch nicht gelungen ist, dieselbe nachzuweisen.

Auch Hr. P. Riess macht in einer Notiz darauf aufmerksam, dafs bis jetzt noch eine sichere experimentelle Begründung fehle für die Meinung, dafs Verdampfung und Vegetationsprocess Ursachen der Luftelektricität seien. Hr. Riess hat nämlich, ganz in Uebereinstimmung mit den Versuchen des Hrn. Reich, bei der Verdampfung von reinem oder andre Substanzen in Auflösung enthaltendem Wasser niemals Elektricitätserregung bemerkt, wenn nicht zugleich eine Reibung der Wasserdämpfe stattfinden konnte. Dies wird auch durch die frühern Versuche von Saussure [1] und Erman [2] bestätigt, auch konnte Configliachi [3] bei der Verdampfung unter der Luftpumpe keine Erregung von Elektricität nachweisen. — Wenn Hr. Riess in einen kleinen weifsglühenden Platinlöffel, der mit dem Elektroskop in Verbindung stand, eine Kochsalzlösung brachte, so fand bei der Verdampfung derselben nur dann eine Entwicklung negativer Elektricität statt, wenn zugleich ein kleiner Platincylinder in den Löffel gestellt wurde, wodurch bei der gewaltsamen Verdampfung eine Reibung der Wasserdämpfe hervorgebracht wurde. Ebenso bemerkte Hr. Riess beim Keimen von Pflanzen in isolirten Gefäfsen mit einem empfindlichen Condensator nur dann und wann Spuren von Elektricität, aber nicht von constanter Art, und controllirende Versuche mit

1 Voyayes dans les Alpes. T. II. p. 249.

2 Abhandl. d. phys. Kl. d. Acc. Berlin 1818—1819. S 25.

3 Gilbert Ann. XLIII. 370.

bloſser Erde machten es sehr wahrscheinlich, daſs diese Spuren nicht von der Vegetation herrührten.

Der Apparat des Hrn. E. Romershausen zur Beobachtung der Luftelektricität ist schon oben (p. 362) erwähnt.

Hr. Henry giebt ein sehr einfaches Verfahren an, um Häuser, welche mit Metall gedeckt sind, und die also mehr der Gefahr vom Blitz getroffen zu werden ausgesetzt sind, vor Zerstörungen zu schützen. Man hat nämlich weiter nichts nöthig, als die Dachrinnen, welche dazu dienen, das Wasser auf die Erde zu leiten, mit der Erde in leitende Verbindung zu setzen. Da nun ein Haus von mittlerer Gröſse gewöhnlich vier solche Rinnen hat (zwei vorn und zwei hinten), so reicht die Oberfläche derselben hin selbst die stärkste elektrische Entladung ohne Gefahr abzuleiten.

Hr. Stricker macht darauf aufmerksam, daſs es sich schon öfter ereignet hat, daſs wenn die Leitung bei Blitzableitern durch verrostete Stellen unterbrochen ist, dieselben ihren Zweck nicht mehr erfüllen, indem dann diese Stellen durch den Blitz geschmolzen werden und derselbe dann auf andere leitende Gegenstände überspringt. So geschah es wieder bei dem Gebäude der Taubstummenanstalt zu Frankfurt a. M. Er schlägt als einfaches und gewiſs sehr zweckmäſsiges Mittel vor, sich der galvanischen Kette zu bedienen, um sich von der vollkommenen Leitung des Blitzableiters zu überzeugen und dies alljährlich im Frühjahr zu wiederholen, um zu erfahren, ob die Leitung durch den Einfluſs der Witterung nicht unterbrochen worden sei.

Hr. Dupuis-Delcourt giebt eine Notiz über einen Apparat seiner Erfindung, den er *électro-subtracteur* nennt, welche einer Commission überwiesen wird. Die kurze Beschreibung dieses Apparats, welche sich in *Quesn. rev. sc.* findet, ist nicht recht deutlich.

In der Nacht vom 4.—5. Mai 1846 wurde auf dem Wege von Wörth nach Reichshofen ein Birnbaum vom Blitze getroffen. Der Baum gerieth in Brand und alle Personen, welche ihn, nachdem das Feuer gelöscht war, gesehn hatten, stimmten darin überein,

dafs er einen unerträglichen Schwefelgeruch ausstofse. Hr. Boussignault, welcher den Baum besichtigte, konnte jedoch nicht im Mindesten diesen Schwefelgeruch wahrnehmen, sondern der penetrante Geruch, den die verkohlten Theile des Baums aushauchten, erinnerte deutlich an Holzessig. Obgleich Hr. Boussignault sehr häufig Gelegenheit gehabt hat, ganz in seiner unmittelbaren Nähe Blitzschläge zu erleben, so ist es ihm doch nie gelungen, bei irgend einem einen Schwefelgeruch wahrzunehmen, so dafs das Auftreten eines Schwefelgeruchs bei Blitzschlägen wohl nur dann wirklich anzunehmen sein möchte, wenn es durch Sachverständige constatirt ist, da die Laien nur allzugeneigt sind, jedweden durchdringenden widerlichen Geruch für einen Schwefelgeruch auszugeben.

Am 14ten Juni wurde die Kirche zu St. Thibaud-de-Cour drei Stunden von Chamberry vom Blitz getroffen. Vergoldete Gegenstände wie der Rahmen eines Bildes und sechs grofse Leuchter waren davon schwarz angelaufen. Hr. Bonjean behandelte das von derselben abgeschabte Pulver mit Königswasser und konnte in der Flüssigkeit durch Baryt Spuren von Schwefelsäure nachweisen, und da er sich von der chemischen Reinheit der Reagentien vorher überzeugt hatte, glaubt er hieraus schliefsen zu dürfen, dafs der schwarze Beschlag Schwefel enthalten habe.

Am Morgen des 20sten December 1845 während eines Hagels wurde das Hrn. de Carville gehörige Schlofs Boisyvon nahe bei Vire vom Blitze getroffen. Man sah eine feurige Kugel, welche sich in der Nähe des Blitzableiters theilte. Der elektrische Strom machte grofse Verwüstungen an den Seiten des Schlosses bis auf 9 Meter Entfernung vom Blitzableiter. Die Ursache der Unwirksamkeit dieses letztern war, dafs er sich in einem gemauerten Reservoir endigte.

Im Jahr 1844 wurde Hrn. G. Fiedler im Arsenal zu Venedig eine Säbelklinge gezeigt, welche im Jahr 1822 am 12ten November auf der östreichischen Fregatte Lipsia auf dem Wege von Missolounghi nach Zante vom Blitz getroffen worden war. Sie war im dicken Theil der flachen Seiten an zwei Stellen nahe bei einander vom Blitze durchbohrt werden. Die Löcher sind ganz

rund von 3^{mm} Durchmesser und an ihren Rändern sieht man flache Tröpfchen geschmolzenen Stahls.

In dem Park der Villa Borghese sah Hr. G. Fiedler im Mai 1844 zwei starke nahe bei einander stehende Pinien, welche in auffallender Weise vom Blitze getroffen worden waren. Der Blitz hatte in die Krone der einen Pinie eingeschlagen, war an dem Stamm derselben eine kurze Strecke spiralförmig heruntergefahren, war dann auf den Stamm der andern übergesprungen und war auch an dieser spiralförmig bis zur Erde heruntergegangen. Der Weg des Blitzes war durch einen fünf Centimeter breiten bis auf den Splint entblöfsten Streifen bezeichnet, welcher in gleicher Breite beide Bäume wie eine Schlange umwand.

Am 9ten Octobr. 1836 gegen 4½ Uhr wurde auf der Insel Zante der junge Politi von einem heftigen Blitzschlage getödtet. Der Blitz hatte seinen Weg wahrscheinlich durch die ganze Länge des Körpers genommen, denn es zeigten sich viele kleine Verbrennungen auf demselben, auch waren fast alle behaarten Theile versengt und die Haut braunschwarz gefärbt, namentlich auf der rechten Seite. Er hatte in einem Gürtel eingenäht 14 Goldstücke von verschiedener Gröfse auf dem blofsen Leibe getragen und zwar auf der rechten Seite 6, auf der linken 8. Diese Goldstücke waren unversehrt geblieben, doch fanden sich auf der rechten Schulter 6 Kreise von verschiedener Gröfse, welche die natürliche Fleischfarbe behalten hatten und welche genau der Gröfse der 6 Goldstücke entsprachen, welche der junge Politi auf der rechten Seite getragen hatte. Diese Thatsachen bezeugten der Instructionsrichter und viele andre Personen. Hr. d'Hombres Firmas meint, obgleich die Sache sehr unwahrscheinlich klinge, so werde sie doch von vielen Zeugen versichert, so dafs man Notiz davon nehmen müsse.

Hr. Peltier beschreibt einen in der Nacht vom 26ten zum 27ten Januar zu Doué-la-Fontaine (Maine-et-Loire) sehr reichlich gefallenen Hagel, welcher ganz deutlich nach Schwefelwasserstoff roch. Zerflossen gab er mit einer Auflösung von essigsaurem Bleioxyd einen schwarzen Niederschlag und als die Hagelkörner mit Aetzkalk zusammengerieben wurden, entwickelte sich Ammoniak, welches durch den Geruch und durch die Blauung von ge-

röthetem Lackmuspapier wahrgenommen wurde. Der Hagel enthielt also Schwefelwasserstoffammoniak.

Hr. Mellet beobachtete am 5ten Jan. um 8 Uhr Morgens bei einer Temperatur von 3 bis 4° unter dem Gefrierpunkt auf dem Neuchateller See eine breite Wolkenschicht etwa in einer Höhe von 600—800 Fufs, unterhalb welcher die Sonne die Oberfläche des Sees beleuchtete. Von der Oberfläche des Sees erhoben sich bis zur Wolkenschicht parallele Dampfsäulen, welche ganz cylindrisch und ohne innere Bewegung zu sein schienen. Sie bewegten sich ziemlich schnell und verschwanden oft in kurzer Zeit ganz oder theilweise, während sich andere wieder ebenso schnell bildeten. Hr. Mellet ist aufser Stande eine Erklärung davon zu geben und meint, dafs diese Säulen wohl nur aus Wasserdämpfen bestanden hätten und dafs sie vielleicht einige Aehnlichkeit mit Wasserhosen haben.

Hr. Gouillaud beschreibt die Verwüstungen, welche eine Wasserhose (?) am 26ten Jan. in der Umgegend der Stadt Moulins angerichtet hat, ohne auf das Phänomen selbst näher einzugehen.

Hr. R. Edmons giebt eine Beschreibung des heftigen Gewittersturms, welcher am 5ten Juli über England hinzog, indem er Morgens zwischen 3 und 4 Uhr in Mounts Bay begann und sich nach Osten über Exeter nach Windsor und London, nach Norden aber über Sommersetshire, Leeds, Penrith, Dumfries, Ayr, Glasgow und Edinburgh nach Dundee und Argyleshire bewegte. Die Schnelligkeit mit der er fortschritt betrug nach Osten ungefähr 20, nach Norden aber 30 Meilen auf die Stunde. An vielen Orten war er beständig von Blitz und Donner begleitet, auch ging ihm an einigen Orten ein heftiger Wirbelwind vorher. Dabei wurde in Penzance, Marazion und Newlyn ein mehrmaliges heftiges Andrängen und ebenso starkes Zurückweichen des Meeres beobachtet in Intervallen von ungefähr 15 Minuten. Der Sturm war mit heftigem Regen und hin und wieder mit Hagel begleitet. — Ein ganz ähnliches Phänomen auch von einem heftigen Sturm begleitet wurde am 1ten August zu Penzance wahrgenommen; es bestand jedoch nur in einem einmaligen Zurückweichen und Wiederandrängen der See, diesmal in einem Zwischenraum von

ungefähr 6 Minuten. — Beide Male waren den Stürmen sehr warme Tage vorangegangen.

H. Poselger.

---

4. Thermoelektricität.

Adie. An account of thermo-electrical experiments. Edinb. ph. J. XLI. 352*. Arch. d. sc. nat. III. 265*.

Reade. Thermoelectricité. Inst. No. 671. p. 377*; Athen. 1846.

Hessler. Ueber eine leichte und einfache Art thermoelektrische Säulen zu verfertigen. Polyt. Notizbl. I. 70*.

R. Adie. Thermoelektrische Versuche.

Der Verfasser nimmt frühere Versuche wieder auf, welche zeigen sollten, dafs eine Modecularveränderung ohne Ungleichheit der Temperatur keinen elektrischen Strom hervorbringt.

Zum Belege dieses Satzes theilt er folgende Beobachtungen mit:

Wird ein aus Wismuth und Blei bestehendes Paar an der Löthstelle zerbrochen, so zeigt sich kein elektrischer Strom, wenn die eiserne Zange, mittelst welcher der Bruch ausgeführt wird, die Metalle berührt, er ist aber wahrnehmbar, wenn man die Zange mit einem Kartenblatt umgiebt, um die Berührung zu verhindern. — Erzeugte das Zerbrechen allein einen Strom, so müfste er in beiden Fällen beobachtet werden. Ist aber dazu eine Wärmediffezenz nothwendig, so ist es erklärlich, wenn er im ersten Falle, in welchem die Wärme durch die Eisenzange abgeleitet werden kann, nicht auftritt.

Ein Amalgamationsprocefs, wie er z. B. bei einer Berührung von Wismuth, Blei oder Zinn mit Quecksilber eintritt, bringt keinen elektrischen Strom hervor. Ebenso wenig hat das Ve hältnifs, in dem sich jene Metalle mit Quecksilber verbinden, auf die Rich-

tung eines durch Temperaturunterschiede in ihm erzeugten Stromes Einfluſs.

In gewissen Fällen wirkt dagegen eine Molecularveränderung, auf die Richtung des durch Temperaturdifferenz hervorgebrachten Stromes ein.

So geht der thermoelektrische Strom vom weichen zum harten Stahl, wenn man diesen gehämmert hat; dagegen vom harten zum weichen, wenn der erstere von neuem erhitzt und in Wasser abgekühlt worden ist.

Bei der Verbindung von weichem Eisen und schnell erkaltetem Antimon geht der Strom beim Erwärmen der Löthstelle vom Antimon zum Eisen. Er hat aber die entgegengesetzte Richtung, wenn das Antimon langsam erkaltet war.

Hr. Reade (*Rep. of the brit. assoc. XVI. session. Southampton. sept. 1846. — Inst. No. 671, p. 377.*) schreibt die Rotation eines mit Papier bekleideten Messingstabes, welcher im Brennpunkte eines kupfernen Hohlspiegels den Strahlen einer Alkoholflamme ausgesetzt wird, einer thermoelektrischen Wirkung zu. Hr. Faraday erklärt sie dagegen für eine einfache Folge von Luftströmen.

Hessler. Ueber eine leichte und einfache Art thermoelektrische Säulen zu verfertigen.

Hr. Hessler schlägt vor, bei der Verfertigung von Thermosäulen nicht die kleinen Stäbe von Wismuth und Antimon einzeln zu giessen, sondern sie durch Zerschneiden von Rechtecken darzustellen, welche von angemessenen Dimensionen aus den gedachten Metallen gegossen worden sind.

Dr. H. Knoblauch.

---

5. Galvanismus.

A. Theorie.

Martens. Sur les théories qui ont été proposées jusqu'à ce jour pour expliquer l'origine de l'électricité voltaïque et la mode d'action des piles. Bull. de Brux. XIII. 2. 114*; Inst. No. 682. p. 29*.

C. H. Pfaff. Parallele der chemischen Theorie und der Volta'schen Contakttheorie der galvanischen Kette. Kiel, 1845.

Poulsen. Die Contaktelektricität vertheidigt gegen Faraday's neuste Abhandlung. dissert. Heidelberg.

Matteucci. Sur le développement de l'électricité par action chimique. Ann. d. ch. et d. ph. XVI. 257*; il Cimento.

Grimelli. Lettera intorna alla forza elettromotrice voltaica all'eccellentissimo sign. Michele Cito. Racc. fis. chim. I. 147*; Foglio d. Modena 1845. No. 452. e 453.

Cito Michele princ. della Rocca. Riposta alla lettera intorno alla forza elettromotrice voltaica del ch. prof. Grimelli. Racc. fis. chim. I. 157*.

Majocchi. Sur l'origine du courant voltaïque. Bull. de Brux. XIII. 1. 303*; Phil. mag. XXX. 97*; Ann. d. fis. chim. e mat. XVI. 120; Atti della sesta riun. degli scienziati p. 118.

Poggendorff. Elektromotorische Kräfte der galvanischen Ströme. Monatsber. der Bel. Ak. 1846, p. 242*; Inst. No. 693. p. 129; Pogg. Ann. LXX. 60*; Arch. d. sc. ph. et nat. IV. 399*.

Ed. Becquerel. Observations sur l'influence des gaz dans les effets électriques de contact. C. R. XXII. 677*; Inst. No. 642. p. 134*; Arch. d. sc. ph. et nat. I. 59*.

De la Rive. Remarques à l'occasion d'une communication de M. Ed. Becquerel sur l'influence des gaz dans les effets électriques du contact. C. R. XXII. 680*.

Adie. De l'action qu'exerce dans la production de l'électricité voltaïque l'oxigène dissous dans l'eau. Arch. d. sc. ph. et nat. I. 163*; Edinb. J. 1845.

J. H. Lane. On the law of electric conduction in metals. Sillim. J. 1846. I. 230*.

M. H. Jacobi. Galvanische und elektromagnetische Versuche. Reihe II. Abth. I. Ueber die Leitung galvanischer Ströme durch Flüssigkeiten. Pogg. Ann. LXIX. 181*; Bull. phys. de St. Pét. V. 86*; Inst. No. 676. p. 422*; Arch. d. sc. ph. et nat. III. 398*.

Ed. Becquerel. Sur la conductibilité électrique des corps solides et liquides. C. R. XXII. 416*; Inst. No. 636. p. 82*; Pogg. Ann. LXX.

243*; Ann. d. ch. et d. ph. XVII. 242*; Arch. d. sc. ph. et nat. I. Sillim. J.

HANKEL. Ueber die Veränderung des Leitungswiderstandes der Flüssigkeiten durch Erhöhung der Temperatur nebst Angabe der Construktion eines Differentialgalvanometers. Pogg. Ann. LXIX. 255*; Inst. No. 689. p. 96*; Arch. d. sc. ph. et nat. IV. 66*.

CH. G. PAGE. On the probable conduction of galvanic electricity through moist air. Phil. mag. XXIX. 361*; Arch. d. sc. ph. et nat. IV. 64*; Sillim. J. 1846. II. 406*.

MARIÉ DAVY. Recherches expérimentales sur l'électricité. 1ière mém. C. R. XXIII. 599*; Inst. No. 664. p. 317; Arch. d. sc. ph. et nat. III. 39*; Ann. d. ch. et d. ph. XIX. 385*.

P. RIESS, KNOCHENHAUER, BECQUEREL, s. V. 2. B. p. 352.

Die Frage über die Quelle des Galvanismus, die noch immer von manchen Physikern als ein Lebensprincip für diese ganze Disciplin angesehen wird, hat auch in den letzten Jahren mehrfacher Behandlung nicht ermangelt. Ob sie dadurch ihrer Erledigung um einen Schritt näher gebracht ist, bleibt immer zweifelhaft, nachdem die Erfahrung gelehrt hat, daſs die entschiedensten Versuche durch die Gegenpartei in irgend einer Weise zu ihrem Besten ausgelegt werden konnten, sei es auch durch Anhäufung einzelner, unzusammenhängender Hypothesen, welche vielleicht nie durch einen bestimmten Versuch bewahrheitet werden können.

Zwei ausgedehntere Schriften haben die Vertheidigung der Contakttheorie übernommen: die von Hrn. PFAFF: Parallele der chemischen Theorie und der VOLTA'schen Contakttheorie; und die von Hrn. POULSEN: die Contacttheorie vertheidigt gegen FARADAY's Abhandlung etc. Nach den Aufschlüssen, welche Hr. PFAFF über das Entstehen des letzteren Werkes gegeben hat, und der zufolge Hr. POULSEN die ihm als Assistenten zur Ausführung übertragenen Versuche selbstständig zusammengestellt und als seine eigenen Untersuchungen der skandinavischen Naturforscherversammlung vorgelegt, so wie auch in seiner Inaugural-Dissertation veröffentlicht hat, braucht nur die erstere der beiden genannten Schriften beachtet zu werden. Bei der groſsen Zahl von Einzelnheiten, welche darin behandelt werden, wird es genügen, den Gang der Untersuchungen anzudeuten. Hr. PFAFF bespricht zunächst die von Hrn. FARADAY in der 16ten Reihe

seiner Experimentaluntersuchungen vorgebrachten Gründe gegen die Contacttheorie, und weist ihm eine Vernachlässigung des Gesetzes der Spannungsreihe bei starren Erregern, so wie der Electricitätserregung zwischen starren und flüssigen Erregern ohne primäre chemische Action nach. Er behandelt hierbei die, in den gedachten Untersuchungen vorzugsweise zur Beweisführung benutzten Ketten, in denen Schwefelleberlösung als Leitungsflüssigkeit dient, ferner den Einflufs der Temperatur und Verdünnung des Electrolyten auf die Intensität des erregten Stromes, und die Elektricitätserregung in der Becquerel'schen Kette. Er geht darauf zu den andern chemischen Hypothesen über, und betrachtet den Mangel an Ueberstimmung unter den Physikern in der Auffassung der chemischen Hypothese als einen Beweisgrund gegen deren Richtigkeit. Die von den Herren Schoenbein und Leopold Gmelin aufgestellten Hypothesen werden in diesem Sinne beleuchtet und endlich wird der Begriff der elektromotorischen Kraft im Sinne der Contakttheorie als einer ächt physischen Kraft durch die Analogie mit anderen Kräften der Art gerechtfertigt.

Von der andern Seite her hat Hr. Matteucci Versuche angestellt über die Elektricitätserregung durch chemische Wirkung, deren Resultate indefs ebensowenig neu, als für eine oder die andere Hypothese im geringsten beweisend sind. Er fand nämlich den von den Herren Faraday, Daniell und Anderen aufgestellten Satz bestätigt, dafs weder bei der unmittelbaren Verbindung noch bei der unmittelbaren Trennung zweier Stoffe Elektricität frei wird, wohl aber, wenn ein Bestandtheil einer Verbindung aus derselben ausscheidet, und eine neue Verbindung eingeht. Die Versuche erstrecken sich vorzugsweise auf die Verbindung des Chlor, Brom etc. mit dem positiven Metall einer Kette, in welcher der dieses Metall umgebenden Leitungsflüssigkeit jene Substanzen beigemischt werden. Werden dieselben aber in die Leitungsflüssigkeit gebracht, in der sich das negative Metall befand, so zeigte sich eine erhöhte Elektricitätsentwicklung, weil dieselben eine Verbindung mit dem, aus dem Wasser frei werdenden Stoffe erzeugen. Dasselbe wurde auch an einem sehr empfindlichen Condensator nachgewiesen: ein Gefäfs war durch eine Membran in zwei Zellen getheilt, in deren einer sich eine Zink-

in der andern eine Platinplatte befand. Die erstere stand mit der unteren, die letztere mit der oberen Condensatorplatte in Verbindung. Das Chlor, Brom, Jod etc. wirkte bald in der Leitungsflüssigkeit am Platin, bald am Zink, und immer wurden die vermutheten Resultate erhalten.

Eine Elektricitätserregung durch Verbrennung versuchte Hr. Matteucci vergebens an einen Condensator nachzuweisen, ebenso wenig fand er dieselbe bei der Zersetzung einfacher Verbindungen wie des Silberoxyds, wohl aber bei dem Austritte eines Elements aus einer Verbindung und dessen Wiedereintritt in eine neue. War z. B. ein heifser steinerner Tiegel mit dem Condensator verbunden, und liefs er einen Tropfen Salzsäure auf denselben fallen, so zeigte sich der Tiegel negativ elektrisch. Legte er in einen heifsen Platintiegel Bleioxyd und gofs Salzsäure darauf, so wurde der Tiegel positiv elektrisch. Hr. Matteucci dehnt seine Betrachtungen auf die Kette aus, welche Hrn. Grove[1] die Veranlassung zur Construktion seiner constanten Kette gab, und welche aus zweien Gold- oder Platinplatten bestand, deren eine er in Salzsäure, die andere in reine Salpetersäure tauchte. Er schreibt die Thätigkeit dieser Kette nur der chemischen Wirkung der beiden Säuren auf einander zu, wie das auch Hr. Grove selbst gethan hat, wogegen jedoch alle spätern Versuche von Fechner, Pfaff, Henrici u. A. sprechen.

Der Fürst Mich. Cito della Rocca hatte die Stromstärke einer Kupferzinkkette mit sehr verschiedenen Leitungsflüssigkeiten an einem Galvanometer geprüft, und die erhaltenen Zahlen als Maafse der elektromotorischen Kraft dieser Ketten angesehen. Im vorigen Bericht[2] wurde auf die Unzulänglichkeit dieser Methode aufmerksam gemacht. Hr. Grimelli weist in einem Briefe an den Fürsten della Rocca demselben eben diese Unzulänglichkeit nach, indem er ihn erinnert, dafs die Stromstärke eine complicirtere Function der elektromotorischen Kraft sei, als er angenommen habe. In Bezug auf die theoretischen Ansichten über die Elektricitätserregung hatte sich der Fürst den Meinun-

[1] C. R. VIII. 568; Pogg. Ann. XLVIII. 330.

[2] Berl. Ber. 1845, p.

gen der Elektrochemiker angeschlossen, und aus seinen Versuchen geschlossen, diese Erregung wachse mit dem chemischen Angriff. Hr. Grimelli zeigt dagegen, wie die Volta'sche Grundlehre alle Erscheinungen vollständig erklärt, wenn man sie nur ebensowohl auf den Contact fester als flüssiger Leiter ausdehnt.

Er führt zur Stütze dieser Ansicht einen Versuch an: Wenn man zwei Holzplatten mit verschiedenen Flüssigkeiten tränkt, so zeigen sie an einem Condensator um so mehr Elektricität, je bessere Leiter sie sind, bevor sie noch chemisch auf einander wirken. In dieser Allgemeinheit möchte der Satz wohl nicht durchzuführen sein, wenn auch das Prinzip, das er angreifen soll, gewifs mit vollem Rechte anzugreifen ist.

Der Fürst della Rocca hat hierauf erwidert, seine Versuche seien nicht von diesem theoretischen Gesichtspunkte, sondern zur Benutzung für beide streitende Parteien angestellt worden und noch nicht als beendet zu betrachten.

Einen vermittelnden Weg zwischen obigen beiden Theorien hat Hr. Majocchi einzuschlagen versucht. Er geht dabei von einem Grundsatze aus, den er schon bei einer früheren Gelegenheit aufgestellt hatte [1] und der mit der von Hrn. Peltier [2] ausgesprochenen Ansicht übereinstimmt. Hiernach soll der Contakt der Körper allerdings der Grund der Elektricitätsbewegung sein, aber die Elektrolyse den Grund der Elektricitätsfortführung; und zwar soll nach Hrn. Majocchi die im Contacte wirksame Kraft die Adhäsion sein. Die chemische Wirkung kann dabei zuweilen unmerklich werden, sie mufs aber vorhanden sein, ein Fall, der z. B. in der Ladung der Elektroden bekannt ist. Die mitgetheilten Versuche sollen beweisen, dafs die chemische Wirkung allein keinen Strom zu erzeugen vermag. Er führt an, dafs in einem geschlossenen Metalldraht kein Strom entstehe, wenn man ihn an einer Stelle erwärme, weil dann nach beiden Seiten hin dieselbe Elektricitätserregung stattfinde, wohl aber, wenn man nach einer Seite dieser Erwärmungsstelle einen Widerstand darbiete, z. B. den Draht mit einem kalten Körper berühre.

[1] Annali I. 45; Rendic. della seconda riun. degli sc. p. 14.
[2] Inst. No. 133.

Analog verband er nun die beiden Enden eines Drahtes durch ein Galvanometer, und ätzte den Draht an einer Stelle durch Säuren oder andere Substanzen an; er bemerkte weder so einen Strom, noch wenn er auch hier einen einseitigen Widerstand anbrachte. Um einen solchen Widerstand zu erzeugen, schraubte er den Draht in eine Klemme, hämmerte ihn, oder schaltete einen Draht von anderem Metalle ein. Diese Versuche hält Hr. Majocchi für geeignet, um den so lange und eifrig geführten Streit über die Quelle der Elektricität zu entscheiden!

Das Gesetz der Spannungsreihe, oder das elektromotorische Gesetz, welches als eine der Hauptstützen der Contacttheorie zu betrachten ist, hat Hr. Poggendorff durch angestellte Versuche wiederholt bestätigt gefunden. Die sieben und zwanzig Versuchsreihen, in denen diese Bestätigung zu finden ist, sind angestellt mit Ketten aus amalgamirtem Zink, Zink, Cadmium, Zinn, Eisen, Wismuth, Kupfer, Antimon, Silber, Palladium und Platin. Auch eine complicirtere Combination gab ganz das erwartete Resultat. Bildet man nämlich drei Combinationen

A, Zink, Platin, Eisen, Kupfer,
B, Zink, Kupfer, Eisen, Platin,
C, Zink, Eisen, Kupfer, Platin,

wo 1 und 2, 3 und 4 immer in gemeinsamer Leitungsflüssigkeit stehen, 1 mit 4, 2 mit 3 metallisch verbunden sind, so sind die elektromotorischen Kräfte

$$A = (Z-K)+(E-P)$$
$$B = (Z-P)+(E-K)$$
$$C = (Z-P)-(E-K).$$

Hiernach mufs $A = B$ sein, und, wenn man die binären Combinationen mifst, müssen die daraus gebildeten Werthe von A, B und C mit den gemessenen übereinstimmen, wie es sich auch wirklich fand.

Hr. Edmond Becquerel hat den Einflufs der Gase auf die zwischen Metallen stattfindenden Spannungserscheinungen untersucht. Er sucht besonders die Erscheinung zu erklären, dafs, wenn man eine Zink- und eine Platinplatte, die condensatorisch auf einander liegen durch einen metallischen Bogen mit einander in Verbindung setzt, das Platin gegen das Zink negativ ist, da-

gegen positiv, wenn die Verbindung durch die feuchten Finger hergestellt wird. Hr. de la Rive hatte dies durch eine Oxydation des Platins erklärt, und Hr. Becquerel ist auf diese Erklärung näher eingegangen. Er nahm einen aus zweien Platinplatten bestehenden Condensator; die Platten waren auf der Vorderseite gefirnifst, blieben längere Zeit in der Luft liegen, und wurden dann mit einander verbunden, ohne Elektricitätserregung zu zeigen. Nun wurde die eine Platte in Wasserstoff gebracht, und bei der Wiederholung des vorigen Versuches wurde jetzt Elektricität bemerkt. Die in der Luft gebliebene Platte war negativ. Dies benutzt Hr. Becquerel zu der obigen Erklärung, indem er annimmt, das Zink könne sich nicht mit einer Sauerstoffschicht bedecken, weil es sich beständig oxydirt, wogegen das Platin beständig von Sauerstoff bedeckt bleibt. Bei der Berührung mit feuchten Fingern aber bringe der chemische Procefs am Zink die entgegengesetzte Elektricitätswirkung hervor.

Hr. de la Rive, der dieser Erklärungsweise seinen Beifall schenkt, will die Wirkung der Gase lieber als eine wirklich chemische, denn als eine Adhäsionserscheinung betrachtet wissen.

Den Einflufs des Sauerstoffs auf die Elektricitätserregung in der Kette, auf den zuerst die Herren Biot und Cuvier[1] aufmerksam gemacht hatten,' hat Hr. Adie studirt. Wenn eine Eisen- oder Zinkplatte in ganz luftleerem Wasser steht, so wird sie bekanntlich nicht angegriffen. Wurde das Metall mit Platin zur Kette verbunden, und eben solches Wasser angewandt, so zeigte sich ebenfalls gar keine Oxydation, die aber sogleich begann, wenn das Wasser dem Luftzutritt ausgesetzt wurde. Dasselbe fand auch statt, wenn das distillirte Wasser durch Salzlösungen ersetzt wurde. Die beiden Metalle wurden darauf durch ein Galvanometer verbunden, und dies zeigte ebenfalls einen Strom an, wenn im Elektrolyten Sauerstoff enthalten war, im entgegengesetzten Fall aber keinen. Hr. Adie folgert hieraus die Nothwendigkeit der Sauerstoffgegenwart für die Elektricitätserregung in der Kette. Um zu bestimmen, ob die Sauerstoffabsorption der Flüssigkeit vom Volta'schen Procefs abhinge,

[1] Biot, traité de phys. exp. 11. 526.

umgab er die Platin- und die Zinkplatte mit Röhren, welche mit Sauerstoff gefüllt waren. So lange die Kette offen war, blieb die Sauerstoffmenge am Platin unverändert; sie verminderte sich aber schnell nach Schliefsung der Kette.

Ueber die Elektricitätsleitung im Allgemeinen hat Hr. Lane eine Reihe von Versuchen angestellt, welche den Zweck haben, die bekannten Gesetze der Leitung zu bestätigen. Das Gesetz, dafs sich die durch einen gegebenen Leiter gehenden Elektricitätsmengen wie die Intensitäten verhalten, belegt er durch Leitung in dünnen Kupferdrähten; dafs sich die durch zwei verschiedene Leiter strömenden Elektricitätsmengen wie deren Querschnitte verhalten, durch Leitung in Quecksilbersäulen, die in Glasröhren von verschiedenem Durchmesser eingeschlossen waren. Durch Versuche mit Zweigleitungen wiederholte er den Beweis, dafs nebeneinander hingehende Ströme nicht auf einander einwirken.

Die Beobachtung, welche Hr. Poggendorff[1] in Bezug auf die Verzweigung von Strömen durch einen festen Leiter und einen Elektrolyten gemacht hat, und aus welcher er schlofs, die gewöhnlichen Gesetze der Verzweigung hätten für den vorliegenden Fall keine Anwendung, ist von Hrn. Jacobi wieder aufgenommen worden. Er spannte durch einen Holzkasten einen Neusilberdraht, leitete einen Strom durch denselben, und füllte dann den Kasten mit einer gesättigten Kupfervitriollösung. Der Strom nahm zu, aber so wenig, dafs man diese Zunahme einer Abkühlung zuschreiben konnte, die derselbe durch das Aufgiefsen der kältern Lösung erfahren hatte. Der Draht blieb nun in der Kupfervitriollösung eine halbe Stunde lang der Wirkung eines starken Grove'schen Elementes ausgesetzt. Nach Verlauf dieser Zeit war das, mit dem Zink verbundene Ende des Drahtes von einem Kupferniederschlage stark geröthet, das andere wurde stark geschwärzt, und zuletzt durchfressen. Es war also allerdings ein Theil des Stromes aus dem Draht in die Flüssigkeit übergetreten. Wurde der Neusilberdraht durch einen Platin-

[1] Berl. Ber. 1845. 447.

draht ersetzt, so zeigte sich keine Spur von Kupferniederschlag. Nach Hinzufügung eines zweiten Elementes färbte sich der Draht nach mehrstündiger Wirkung auf eine kurze Strecke; der Niederschlag breitete sich aber nicht aus, nachdem eine Säule von sechs Daniell'schen Ketten zwanzig Stunden hindurch gewirkt hatte. Bei der Wiederholung des ersten Versuchs, wobei aber jetzt ebenfalls ein Platindraht angewandt wurde, zeigte sich keine Veränderung im Widerstande. Nun wurde ein Kupferdraht parallel mit demselben ausgespannt und ein Strom hindurchgeleitet, um den Platindraht mit Kupfer zu umkleiden. Hierdurch sollte ein Kupferdraht von großer Oberfläche und doch großem Leitungswiderstande dargestellt werden. Auch bei Anwendung dieses Drahtes konnte ebenso wenig eine Widerstandsveränderung, als eine veränderte Oberflächenbeschaffenheit beobachtet werden. Eine Wiederholung der Versuche mit Neusilberdraht gab zwar keine Widerstandsveränderung, aber Röthung und Schwärzung der Drahtenden bis zum Durchfressen. Die schwächere Wirkung beim Platin ist wohl zum Theil seiner bessern Leitungsfähigkeit, zum Theil der größeren Ladung zuzuschreiben, die es annimmt. Die Resultate, die Hr. Jacobi aus seinen Versuchen zieht, sind folgende:

1) Daſs auch bei einem gerade ausgespannten Drahte ein Nebenstrom, obwohl von sehr geringer Stärke durch die Flüssigkeit hindurch stattfindet.
2) Daſs die Wirkung dieses Stromes an den Extremen des Drahtes am stärksten ist.
3) Daſs die Ausbreitung dieser Wirkung weniger von der Stärke des Stromes, als von den verhältniſsmäſsigen Dimensionen und Widerständen des Drahtes und der Flüssigkeit abhängt.

Hr. Jacobi fügt hinzu, daſs die Ströme sich wahrscheinlich nicht in bogenförmigen Curven neben dem Drahte ausbreiten, wie man dies gewöhnlich annimmt, weil bei einer, nur $\frac{1}{16}$ Zoll dicken Flüssigkeitsschicht die 38 Zoll entfernten Drahtenden am stärksten afficirt werden. Dieser Grund scheint indeſs keinesweges entscheidend; die anderen Theile des Drahtes scheinen weniger

afficirt, weil ein jeder gleichzeitig als Anode und als Kathode eines Nebenstromes auftritt.

Die Untersuchung des Hrn. Edmond Becquerel über die Leitungsfähigkeit fester und flüssiger Körper beschäftigt sich zuvörderst mit der Bestimmung der Leitungsfähigkeit der Metalle in verschiedenen Zuständen der Härtung. Die Drähte, welche zu den Versuchen benutzt werden, waren zwischen festen Klemmen ausgespannt; nachdem mittelst des Rheostaten ihr Widerstand bestimmt war, wurden sie durch eine Weingeistlampe bis zur Rothglühhitze erwärmt, dann wieder bis zur Temperatur der umgebenden Luft abgekühlt, und noch einmal geprüft. Die Resultate dieser Untersuchungen zeigen, daſs die Leitungsfähigkeit eines Metalls nach dem Ausglühen gröſser ist, als die, welche es in dem Zustande hat, in welchem es aus dem Drahtzuge hervorgeht. Wird z. B. die Leitungsfähigkeit des reinen, ausgeglühten Silbers = 100 gesetzt, so ist die des gehärteten = 93,448. Das Verhältniſs, in welchen die Metalle im ersteren Zustande besser leiten als im letzteren, fand Hr. Becquerel beim

Silber = 1,0701
Kupfer = 1,0264
Gold = 1,0166
Eisen = 1,0101
Platin = 1,0130.

Um den Einfluſs der Temperatur auf die Leitungsfähigkeit der Drähte zu untersuchen, wurden dieselben zu einer Spirale aufgewunden in ein Reagenzglas gebracht, in dem sich gleichzeitig ein Thermometer mit langem Gefäſs befand. Das Glas war mit Oel gefüllt, und stand in einem Wasserbade. Nachdem das Oel bis auf eine constante Temperatur erhitzt war, wurde während der Abkühlung der Stand des eingeschalteten Rheostaten abgelesen, durch welchen bei den verschiedenen Temperaturen der Strom am Differentialgalvanometer aufgehoben wurde. Das Resultat war, daſs an jeder beliebigen Stelle der Scala durch dieselbe Temperaturerhöhung eine gleiche Widerstandsvergröſserung hervorgebracht wird. Die Widerstandsvermehrung, welche ein Draht, dessen Widerstand bei 0° als Einheit gesetzt wird, durch seine Erwärmung bis zu 1° erfährt, giebt Hr. Becquerel an: für

Quecksilber	= 0,001040
Platin	= 0,001861
Gold	= 0,003397
Zink	= 0,003675
Silber	= 0,004022
Cadmium	= 0,004040
Kupfer	= 0,004097
Blei	= 0,004349
Eisen	= 0,004726
Zinn (käuflich) . . .	= 0,005042
Zinn (ziemlich rein) .	= 0,006188.

Allgemein würde also der Leitungswiderstand bei der Temperatur t durch

$$R(1+ct)$$

ausgedrückt werden, wo R den Widerstand bei 0° und c den oben angegebenen Vermehrungscoëfficienten bezeichnet. Diese Annahme widerspricht den von Lenz [1] erlangten Resultaten, welcher die Widerstandszunahme keineswegs der Temperaturzunahme proportional fand, sondern für die Leitungsfähigkeit γ_n bei der Temperatur n die Formel

$$\gamma_n = x + yn + zn^2$$

aufstellte, wo x, y und z Constante sind, welche aus den Versuchen nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt wurden. Nach dieser Formel wird die Leitungsfähigkeit eines Metalles bei einer bestimmten Temperatur ein Minimum, was bei der von Hrn. Becquerel angegebnen gar nicht eintreten kann.

Die Bestimmung der Leitungsfähigkeit der Flüssigkeiten wurde in ganz ähnlicher Weise vorgenommen. Zwei gleich eingerichtete Röhren, die die zu untersuchende Flüssigkeit enthielten, wurden nebeneinander in den Strom geschaltet, und dieser durch ein Differentialgalvanometer geschlossen. Nun wurden die Elektroden in der einen Röhre einander genähert, und der, in derselben Zweigleitung befindliche Rheostat gestellt, bis am Galvanometer das Gleichgewicht wieder hergestellt war. Diese Methode, welche im allgemeinen mit der von Wheatstone vorgeschlage-

[1] Mém. de St. Pét. Sc. math. et ph. II. 631; Pogg. Ann. XXXIV. 418.

nen übereinkommt, vermeidet den störenden Einfluſs der Ladung, da dieselbe für gleiche Intensitäten constant bleibt. Auch sind durch dieses Verfahren die gefundenen Werthe sogleich auf dieselbe Einheit bezogen, wie die Widerstände der Drahtleitung. Wurde mit ein und derselben Salzlösung in verschiedenen Concentrationsgraden experimentirt, so fand Hr. Becquerel die Leitungswiderstände im umgekehrten Verhältniſs zu den Gewichten des aufgelösten Salzes, so daſs er den jedesmaligen Widerstand R durch die Gleichung

$$R = A + \frac{B}{q}$$

ausdrückt, wo A und B Constante, q das Gewicht des aufgelösten Salzes bezeichnet. Die Leitungsfähigkeit der verschiedenen Lösungen fand Hr. Becquerel:

	Dichtigk.	Temper.	Leitungsfähigk.
Reines Silber		0°,00	100000000
Gesättigte Kupfervitriollösung	1,1707	9, 25	5,42
Bei 9°,5 gesättigte Chlornatriumlösung	—	13, 40	31,52
Gesättigte salpetersaure Kupferoxydlösung	1,6008	13, 00	8,995
Gesättigte schwefelsaure Zinkoxydlösung	1,4410	14, 40	5,77
250 Gr. Wasser und 30 Gr. Jodkalium	—	12, 50	11,20
220 Cub. Cent. Wasser und 20 Cub. Cent. Schwefelsäure mit 1 Atom Wasser . . .	—	19, 00	88,68
Käufliche Salpetersäure von 36°	—	13, 10	93,77
30 Gr. Antimonchlorür, 120 Cub. Cent. Wasser und 100 Cub. Cent. Salzsäure . .	—	15, 00	112,01

Bei den Versuchen, welche Hr. Becquerel über den Einfluſs der Temperaturerhöhung auf die Leitungsfähigkeit der Flüssigkeiten angestellt hat, ist der Einfluſs der Ladung gänzlich auſser Acht gelassen, indem die gesammten Flüssigkeiten, einschlieſslich

der Elektroden erwärmt wurde, nicht, wie bei den Versuchen der Herren Ohm und Henrici[1] nur solche Theile der Flüssigkeit, welche mit den Elektroden in keiner Berührung standen. Er fand den Vermehrungscoëfficient des Widerstandes für eine Temperaturerhöhung von 1° beim

Kupfervitriol . . . = 0,0286
Zinkvitriol . . . . = 0,0223
Salpetersäure . . . = 0,0263

Von dem so eben besprochenen Vorwurfe sind die von Hrn. Hankel angestellten Versuche über denselben Gegenstand frei. Er nahm eine u förmig gebogene Röhre mit der Leitungsflüssigkeit gefüllt, in welche zwei Metalle, die zur Kette verbunden waren, tauchten. Die cylindrischen Theile der Röhre waren durch Theilstriche eingetheilt, und der Widerstand der übrigen Flüssigkeitsmenge im gebogenen Theil der Röhre wurde in der Einheit des Widerstandes ausgedrückt, den ein Cylinderstück zwischen zweien solchen Theilstrichen leistet. Die Messung geschah durch ein Differentialgalvanometer und die Widerstandsbestimmung durch Längen von Eisendraht. Die Temperaturveränderung wurde dadurch hervorgebracht, daſs die Röhre abwechselnd in Eis und in warmes Wasser gestellt wurde, dessen Temperatur durch ein Thermometer bestimmt ward. Die Bestimmungen erstrecken sich auf Lösungen von Kupfervitriol in verschiedenen Concentrationsgraden, salpetersaurem Kupferoxyd, Kupferchlorid und Zinkvitriol, und wenn sie auch ein genaues Resultat nicht liefern können, da sie auf die Veränderung der Ladung durch die Wärme gar keine Rücksicht nehmen, so bestätigen sie doch die von Hrn. Ohm bewiesene Thatsache vollständig. Ein Beispiel mag den eingeschlagenen Weg zeigen: y ist der Widerstand der Flüssigkeit zwischen zweien auf einander folgenden Theilstrichen, x der Widerstand im gekrümmten Theil der Röhre. Die Widerstände sind in Decimalfuſsen Eisendraht ausgedrückt; die Temperatur an Graden Réaumur und aus den Beobachtungen ist x eliminirt. Für Kupferlösung fand sich:

[1] Vergl. Berl. Ber. 1845. 448.

$$xy = 197{,}39 \text{ bei } 0^\circ$$
$$(x+10)y = 310{,}58 \text{ - -}$$
$$(x+10)y = 649{,}96 \text{ - -}$$
$$\text{Mittel für } y \text{ bei } 0^\circ = 11{,}26$$

$$xy = 130{,}35 \text{ bei } 11^\circ{,}8$$
$$(x+10)y = 203{,}02 \text{ bei } 11{,}8$$
$$(x+20)y = 276{,}37 \text{ bei } 11{,}9$$
$$(x+30)y = 352{,}63 \text{ bei } 11{,}9$$
$$(x+40)y = 424{,}71 \text{ bei } 12{,}0$$
$$\text{Mittel für } y = \text{ bei } 11^\circ{,}9 = 7{,}33$$

$$xy = 80{,}02 \text{ bei } 31^\circ{,}9$$
$$(x+20)y = 175{,}96 \text{ bei } 31{,}0$$
$$\text{Werth für } y \text{ bei } 31^\circ = 4{,}7$$

$$xy = 56{,}82 \text{ bei } 64^\circ{,}9$$
$$(x+20)y = 117{,}37 \text{ bei } 66{,}1$$
$$(x+40)y = 177{,}01 \text{ bei } 67{,}5$$
$$\text{Mittel für } y \text{ bei } 66^\circ{,}4 = 3{,}12$$

Hr. PAGE theilt Bemerkungen mit über die Gründe der Nebenleitungen in elektrischen Telegraphen. Er führt das scheinbare Paradoxon, dafs isolirende Substanzen unter Umständen leitend werden können, auf das Gesetz zurück, dafs die Leitungswiderstände im umgekehrten Verhältnifs der Durchschnittsflächen eines Leiters stehen, dafs also ein, mit isolirender Substanz umwundener Kupferdraht einen Strom besser durch diese Substanz hindurch leiten kann, da sie in ihrer ganzen Länge einen bedeutenden Querschnitt bietet, als durch seine ganze Länge bei geringem Querschnitt. Ein Gebäude, dessen Material im Kleinen sich als Isolator erwies, leitete einen Strom, als die Kupferbedachung mit einer, in die Erde gegrabenen Zinkplatte verbunden, und in den Draht am Galvanometer eingeschaltet wurde. Wurde die Zinkplatte frei aufgestellt, so zeigte sich nur dann ein Strom, wenn ihre Oberfläche mit Wasser, besonders mit angesäuertem, befeuchtet wurde. Wie hier die feuchte Luft, so zeigte sich auch Dampf im Kessel einer Dampfmaschine als Leiter der Elektri-

cität. — Als Proben für die Empfindlichkeit seines Galvanoskops giebt Hr. Page an, dafs es schon abgelenkt werde, wenn sich in einer Entfernung von hundert Meilen ein Gewitter entlud. Nähere Entladungen vermochten die Nadel vom Faden abzureifsen (!). Selbst wenn keine Wolke am Horizont zu sehen war, bewegte sich die Nadel durch elektrische Einflüsse, welche ihr Minimum um 2 Uhr Nachm., ihre Maxima um 8 Uhr Morgens und Abends erreicht; nächtliche Beobachtungen sind nicht angestellt. Bei heftigen Stürmen vermochten 20 Meilen entfernte Blitzschläge in die Leitungon des Telegraphen solche Ströme zu induciren, dafs dadurch derselbe selbstständig mehre Zeichen angab (!)

Hr. Marié Davy hat die Verluste experimentell zu bestimmen gesucht, welche ein Strom beim Uebergang aus einem Leiter in den andern erfährt. Die seiner Arbeit vorangestellten Principien über Strommessung enthalten nichts Neues, wenn man nicht die Ansicht als solches rechnen will, die er im Anfange der Abhandlung ausspricht: „Ich nehme als Maafs für die Intensität der Ströme die chemische Wirkung, welche sie in einer gegebnen Zeit hervorbringen, weil dies der einzige Vorgang ist, welcher wirklich vergleichbare Resultate liefern kann." Es wäre ein grofses Unglück, wenn dies die beste Messungsart wäre, welche die Contaktelektricität aufzuweisen hat.

Bei den Versuchen wird jener Verlust, r, dargestellt in der Gestalt $c+\frac{a}{i}-\frac{b}{i^2}$, wo i die Intensität ist. Von der elektromotorischen Kraft findet Hr. Davy r unabhängig. Um den so bestimmten Werth der Ohm'schen Formel $i=\frac{E}{l+R}$ (wo l den aufserwesentlichen, R der wesentlichen Widerstand bedeutet) anzupassen, zerlegt er R in den Leitungswiderstand und den Uebergangswiderstand, so dafs $i=\frac{E}{l+R'+\frac{a}{i}+\frac{b}{i^2}}$ wird, (wo R' der Leitungs-

widerstand $+c$ ist) oder $i = \frac{E' + \frac{b}{i}}{l + R'}$ (wenn man $E' = E - a$ setzt). Dafs diese Gestalt keine erlaubte ist, ist nach unsern jetzigen Kenntnissen von den Schwächungen des Stromes wohl kaum mehr die Frage, denn wenn sich auch Hr. Davy vom Uebergangswiderstand, als Glied des Nenners noch nicht lossagen will, so kann er doch gewifs den Einflufs der Ladung (als direct von der elektromotorischen Kraft zu subtrahiren) nicht wohl leugnen. Wenn er also jenes r bestimmt durch die Länge eines Drahtes von gleichem Widerstand, so ist aus den Versuchen sogleich ein Resultat gezogen, dessen Grundlagen nicht zugegeben werden dürfen, wenn daher Hr. Davy sagt: „Man mufs sich also hüten, den Ohm'schen Gesetzen eine Allgemeinheit zuzugestehen, welche sie nicht haben. Ich habe vielleicht Grund an ihrer Richtichtigkeit selbst für thermoelektrische Ströme zu zweifeln; was die einfachen hydroelektrischen Ketten betrifft, so entfernen sie sich bedeutend davon", so kann man das sehr wohl glauben, wenn man nämlich den von Hrn. Davy eingeschlagenen Weg dabei im Auge behält. Den Uebrigen, die einen anderen, richtigen, gehen, wird hoffentlich kein solcher Zweifel kommen.

Dr. W. Beetz.

B. Ladung.

Lenz und Saweljew. Ueber die galvanische Polarisation und elektromotorische Kraft in Hydroketten. Pogg. Ann. LXVII. 497*; Bull. d. l'Ac. à St. Pét. V. 1*; Inst. No. 650. p. 210*; Ann. d. ch. et d. ph. XX. 184*; Arch. d. sc. ph. et nat. III. 141*.

Poggendorff. Ueber ein bei der galvanischen Polarisation vorkommendes Gesetz. Pogg. Ann. LXVII. 528*; Inst. No. 652. p. 226*; Arch. d. sc. ph. et nat. III. 146*; Ann. d. ch. et d. ph. XX. 217*; Monatsbr. d. Berl. Ak. 1845. p. 392*.

W. Beetz. Veränderung der elektromotorischen Kraft des Eisens. Pogg. Ann. LXVII. 365*.

— — Ueber die Passivität des Eisens. Pogg. Ann. LXVII. 186*.

Poggendorff. Galvanische Wasserzersetzung und einige verwandte Gegenstände. Pogg. Ann. LXX. 177*; Monatsbr. d. Berl. Ak. 1846. p. 331; Arch. d. sc. ph. et nat. V. 163*; Inst. No. 705. p. 223*.

Münnich. Amalgamirtes Eisen und dessen Verhalten in der galvanischen Kette. Pogg. Ann. LXVII. 361*.

Zur Bestimmung der Polarisation, welche die Elektroden einer Kette annehmen, haben die Herren Lenz und Saweljew sich der von Hrn. Wheatstone für den Rheostaten vorgeschlagenen Meſsmethoden, des Voltagometers und der Nervanderschen Tangentenboussole in ihrer veränderten Gestalt bedient. Zwei Flüssigkeiten waren durch einen porösen Thon beiher von einander getrennt; in jeden derselben tauchte eine Elektrode. Diese Flüssigkeitszelle war mit einem Agometer und einem Multiplicator in den Strom einer Daniell'schen Kette geschaltet. Dieser wurde nun durch das Agometer auf eine Stärke F gebracht, und die Stellung des Agometers $= a$ abgelesen. Durch eine zweite Agometerstellung a' erhielt man die Stromstärke F', und ging dann wieder auf F zurück. Nun wurde die Flüssigkeitszelle herausgelassen, und der Strom durch die Widerstände a_0 und a'_0 wieder auf F und F' gebracht. Aus den Beobachtungen für a wurde das Mittel genommen, ebenso für a_0, und endlich wurde die Beobachtung für die Flüssigkeitszelle noch einmal wiederholt. Ist nun L der wesentliche Widerstand der ganzen Kette, λ der der Flüssigkeitszelle, K die elektromotorische Kraft der Kette, k die der Zelle, p die Ladung, so ist

$$F = \frac{K}{L+a_0}, \qquad F = \frac{K-(k+p)}{L+\lambda+a},$$

$$F' = \frac{K}{L+a'_0}, \qquad F' = \frac{K-(k+p)}{L+\lambda+a'},$$

wo p für beide Intensitäten gleich genommen ist, was auch, in Ermanglung einer bessern Methode geschehen darf, wenn nur der absolute Werth jener Intensitäten nicht zu klein ist. Man hat dann

$$a_0 = \lambda+a+\frac{k+p}{F}, \qquad a'_0 = \lambda+a'+\frac{k+p}{F'},$$

und $a'_0-a_0 = (a'-a)+(k+p)\left(\frac{1}{F'}-\frac{1}{F}\right)$.

Wird $a'_0 - a_0 = \Delta_0$, $a' - a = \Delta$ gesetzt, so ist

$$k+p = \frac{FF'}{F-F'}(\Delta_0 - \Delta),$$

wo $\frac{FF'}{F-F'}$ für alle Messungen constant blieb.

Um p allein zu haben, wurde entweder der Fall hervorgebracht, dafs $k=0$ war, d. h. die Elektroden wurden völlig gleichartig in derselben Flüssigkeit angewandt, oder k wurde besonders bestimmt und von $k+p$ subtrahirt. Aus den Versuchen wurden zunächst die Sätze hergeleitet: 1) dafs die Ladung nur eintritt, sobald an der betreffenden Elektrode eine Gasentwicklung stattfindet; 2) dafs die elektromotorische Kraft der Flüssigkeitszelle und der Ladung sich einfach algebraisch summiren, und nicht etwa die eine von der andern abhängig ist; 3) dafs die Ladung, welche an beiden Elektroden stattfindet, die Summe der an den beiden Elektroden vorhandenen Ladungen ist. Für die elektromotorischen Kräfte k wurde noch eine Annäherung dadurch hervorgebracht, dafs alle mit ein und derselben Kraft, nämlich der des Platins in Salpetersäure, verglichen wurden. Durch Versuche wurde zunächst das Gesetz festgestellt, dafs verschiedene Combinationen eines Metalles mit einer Flüssigkeit sich in Bezug auf ihre elektromotorischen Kräfte gegeneinander in eine Reihe ordnen lassen, ähnlich der VOLTA'schen Spannungsreihe, wo jedes folgende positiv ist gegen jedes vorhergehende; die elektromotorischen Kräfte lassen sich durch Zahlen ausdrücken, so dafs die elektromotorische Kraft zweier beliebigen Combinationen gegeneinander durch die Differenzen der zu ihnen gehörigen Zahlen ausgedrückt wird. Mittelst dieses Gesetzes wurden dann die Ladungen in angenäherten Werthen bestimmt, nämlich:

Platin in Sauerstoff	2,49
Platin in Chlor	0,00
Graphit in Sauerstoff	1,33
Gold in Sauerstoff	2,71
Platin in Wasserstoff	3,67
Zink in Wasserstoff	0,90
Kupfer in Wasserstoff	2,30
Zinn in Wasserstoff	1,55

Eisen in Wasserstoff	0,48
Quecksilber in Wasserstoff	4,37
Kupfer in Sauerstoff	0,69

und die elektromotorischen Kräfte:

Platin in Salzsäure	0,26
Platin in Schwefelsäure	0,02
Platin in Salpetersäure	0,00
Graphit in Salpetersäure	0,01
Gold in Salpetersäure	0,06
Gold in Schwefelsäure	0,25
Quecksilber in Schwefelsäure	0,70
Quecksilber in salpetersaurem Quecksilberoxydul	0,79
Platin in Kalilösung	1,20
Kupfer in Schwefelsäure	1,39
Kupfer in Kupfervitriol	2,00
Gold in Kalilösung	2,31
Zinn in Salzsäure	2,38
Eisen in Salzsäure	2,75
Graphit in Kali	2,92
Zinn in Schwefelsäure	2,95
Kupfer in Kalilösung	3,10
Zinn in Kalilösung	3,94
Zink in verdünnter Salpetersäure	4,05
Zink in verdünnter Salzsäure	4,07
Zink in Schwefelsäure	4,17
Eisen in Kalilösung	4,69
Zink in Kalilösung	5,48.

Die Herren Lenz und Saweljew haben endlich noch auf die Abhängigkeit der Ladung von der Stromstärke Rücksicht genommen. Sei die Ladung für die Intensität $F' = p$, für $F = p + dp$, so ist

$$F = \frac{K}{L+a_0}, \quad F = \frac{K-(k+p+dp)}{L+\lambda+a},$$

$$F' = \frac{K}{L+a}, \quad F' = \frac{K-(k+p)}{L+\lambda+a'}:$$

Hieraus folgt mit Beibehaltung der obigen Bezeichnung

$$\frac{FF'}{F-F'}(\Delta_0-\Delta) = (k+p)-\frac{Fdp}{F-F'}$$

und für $k=0$

$$\frac{FF'}{F-F'}(\Delta_0-\Delta) = p-\frac{F}{F-F'}dp.$$

Die oben angegebnen Werthe für die Polarisation müfsten also eigentlich nach dieser Formel corrigirt werden, was aber, wie schon bemerkt, für schwache Ströme kaum nöthig ist.

Hr. Poggendorff erklärt sich nicht durchweg mit den Resultaten dieser Abhandlung einverstanden, z. B. ist darin die Polarisation des Platins in Sauerstoff im Verhältnifs 248:300 kleiner gefunden, als die im Wasserstoff, während er beide Ladungen vermittelst der Wippe gleich fand.

Das Gesetz, nach welchem die Ladungen von den elektromotorischen Kräften unabhängig sind, hatte er schon früher gefunden. Er führt zum Beleg ältere Messungen an, und erklärt die Erscheinung, dafs eine Kette unter Umständen, wo keine elektrolytische Auflösung ihres positiven Metalles stattfindet, dieselbe elektromotorische Kraft entwickelt, als im umgekehrten Fall, für besonders wichtig in der Frage über die Entstehung der Elektricität, da hier gewifs der Akt des chemischen Angriffs die Quelle der Elektricität sein kann.

Meine Abhandlungen: über die elektromotorische Kraft des Eisens, in welcher die von Hrn. Mortens gegen meine vorhergehenden Aufsätze über das Anlaufen des Eisens und über die Volta'sche Polarisation des Eisens gemachten Einwürfe widerlegt sind, so wie über die Passivität des Eisens sind schon im vorigen Jahresbericht p. 459. erwähnt.

Die geringe Wasserzersetzung durch eine einfache Kette ist, wie jetzt wohl als unbestritten angesehen werden darf, die Folge davon, dafs die Ladung an den Elektroden der ursprünglichen elektromotorischen Kraft eine zu grofse Gegenkraft darbietet. Hr. Poggendorff hat nun gefunden, dafs bei Anwendung platinirter Platinelektroden, wie dieselben in der Grove'schen Gas-

batterie angewandt werden, die Wasserzersetzung durch die einfache Kette sehr viel schneller bewirkt wird, als zwischen blanken Platinplatten. Eine Grove'sche Kette, die zwischen blanken Platten in 30 Minuten 0,892 C. C. Knallgas gab, lieferte zwischen kaum halb so grofsen platinirten Elektroden in derselben Zeit 77.68 C. C. Gas. Wenn beide Voltameter hinter einander in den Strom eingeschaltet werden, wurde natürlich in beiden gleichviel Knallgas entwickelt, nämlich 17,94 C. C. Die Ladungen, welche jedes Voltameter bei seiner alleinigen Anwendung erfuhr, werden nun messend bestimmt, und aus den Messungen die Resultate gezogen:

1. Dafs das Polarisationsmaximum bei den platinirten Platten sehr bedeutend (im vorliegenden Fall ein Viertel) geringer ist, als bei den blanken.
2. Dafs die Polarisation bei den platinirten Platten weniger mit den Aenderungen der Stromstärke variirt, als bei den blanken.
3. Dafs sie auch bei den ersteren Platten schneller zu ihrem Maximum gelangt, wie in der Regel bei blanken.

Aus diesen Sätzen erklärt sich der Vorzug der platinirten Elektroden vor den blanken, indefs waren die absoluten Werthe, welche die Messung ergab, doch selbst bei jenen so grofs, dafs sie die elektromotorische Kraft übertrafen, so dafs also die Kette eigentlich keine Zersetzung hätte geben dürfen. Den Grund hiervon vermuthet Hr. Poggendorff in der zu raschen Aufeinanderfolge der einzelnen Messungen, da die Polarisation eine gewisse Zeit braucht, um sich der neuen Stromstärke anzupassen, und diese Zeit um so gröfser ist, je geringer die Stromunterschiede sind. Weitere Messungen zeigten in der That, dafs die Ladung immer unterhalb der elektromotorischen Kraft bleibt, die eine einfache Grove'sche Kette von guter Construktion besitzen kann. Bei einer Säule aus mehren Elementen tritt der Vorzug der platinirten Elektroden immer mehr zurück, weil das p im Nenner des Bruches, welcher die Intensität eines Stromes ausdrückt, um so geringeren Einflufs ausübt, je gröfser der Coëfficient der elektromotorischen Kraft k ist, der die Anzahl der Elemente andeutet. Die Gasentwicklung beginnt an den beiden

platinirten Elektroden nicht gleichzeitig, sondern an der, die den Sauerstoff ausgiebt, früher. Bei einem Versuche erschien der Sauerstoff eine, der Wasserstoff sieben Minuten nach dem Schliefsen der Kette. Beim Oeffnen findet eine ähnliche Erscheinung statt. Die Wasserstoffentwicklung hörte schon anderthalb Minuten nach dem Oeffnen der Kette auf, den Sauerstoff sah man selbst noch nach einer Stunde in mikroskopischen Bläschen von der Platte aufsteigen. Hr. Poggendorff erklärt diese Nachwirkung durch eine Absorption der Gase im feinen Platinpulver, und die verschiedene Wirkung der beiden Gase durch die verschiedene Gröfse dieser Absorption für beide Gase; sie mufs für das Wasserstoffgas bedeutender sein, als für den Sauerstoff. Bei blanken Platinplatten mufs dies Absorptionsvermögen sehr gering sein, und hat wohl auf die Ladung keinen Einflufs, wie denn auch Hr. Poggendorff früher mittelst der Wippe gezeigt hat, dafs die eine Elektrode gegen eine neutrale Platinplatte ebenso positiv ist, wie die andere negativ. Ob bei den platinirten Elektroden dasselbe stattfindet, folgt aus den wenigen angestellten Versuchen noch nicht mit Bestimmtheit, doch läfst sich soviel aus den mitgetheilten Messungen ersehen, dafs die platinirten Platten allerdings schwächer, und zwar annähernd in gleichem Verhältnifs schwächer polarisirt werden, als die blanken. Als nächste Ursache dieser Schwächung sieht der Verfasser die Absorption der Gase an, welche der Porosität der Oberfläche zuzuschreiben ist, wie denn die nach de la Rive's Methode dargestellten grauen Platinplatten und die nach Faraday's mit Aetzkali und Schwefelsäure gereinigten blanken Platten trotz ihrer Oberflächenreinheit eine recht starke Ladung annehmen.

Wenn die Elektroden einer einfachen Grove'schen Kette in verdünnte Schwefelsäure tauchten, welche bis nahe zum Siedepunkte erhitzt wurde, so begannen plötzlich von beiden Dampfblasen aufzusteigen, lange ehe diese Erscheinung vom Boden des Gefäfses ausging. Beim Oeffnen hörte die Entwicklung auf. Wird das Oeffnen und Schliefsen öfter wiederholt, so erscheinen die Blasen nur an einer Elektrode, gewöhnlich der mit dem Platin der Kette verbundenen, und gehen mit dem Umsetzen

der Stromrichtung zur anderen über. Eine Erklärung dieser Erscheinung giebt Hr. Poggendorff noch nicht.

Hr. Jacobi hat sich ebenfalls mit der Wasserzersetzung durch platinisirte Elektroden beschäftigt, und die Beobachtung gemacht, dafs das in einem solchen Voltameter aufgefangene gemischte Gas nach einiger Zeit fast gänzlich verschwunden war, obgleich die Elektroden dauernd von der Leitungsflüssigkeit bedeckt blieben. Hr. Poggendorff hat diese Thatsache vollkommen bestätigt gefunden, besonders bei solchen Elektroden, deren Platinüberzüge recht schwarz gefärbt erscheinen. Bei dem Voltameter mit blanken Elektroden, welches er gewöhnlich zu seinen Messungen anwandte, fand er keine solche Absorption, so dafs alle früheren Angaben, welche sich auf dieses Instrument beziehen, zuverlässig bleiben. Bei platinirten Elektroden beobachtete Hr. Poggendorff, dafs die Resorption schon begann, während die positive Elektrode noch Sauerstoff ausströmte.

Hr. Münnich hat versucht, das amalgamirte Zink in der Kette durch amalgamirtes Eisen zu ersetzen. Die Amalgamation bewirkt er direkt durch Reiben mit verdünnter Schwefelsäure (1:7), Sand oder Bimstein und Quecksilber. Eine andere Methode, die er ebenfalls angewandt hat, besteht im Bürsten des Eisens mit den genannten Substanzen mittelst einer Kratzbürste von Kupferdraht; dieses Verfahren hat er indefs gegen das erst genannte vertauscht, weil man ihm den Vorwurf machen kann, dafs es kupferhaltiges Amalgam liefert. Als ein amalgamirter Eisencylinder an die Stelle eines ähnlichen Zinkcylinders in die Kette gebracht wurde, verminderte sich die Stromstärke im Verhältnifs 5:3, ja das amalgamirte Eisen war so negativ, dafs eine Kette aus ihm und amalgamirtem Zink fast genau dieselbe elektromotorische Kraft hatte, wie eine Smee'sche aus platinirtem Silber und amalgamirtem Zink.

Hr. Poggendorff bemerkt bei dieser Gelegenheit, dafs das nach Hrn. Grove's [1] Methode durch Hülfe des galvanischen Stromes erhaltene Eisenamalgam, wie derselbe selbst vermuthet, ein

[1] Pogg. Ann. XLII. 265*.

Alkalimetall enthält, das von BOETTGER[1] vorgeschlagene Verfahren aber ein zinkhaltiges Amalgam liefert. Das galvanische und das nach Herrn POGGENDORFF's[2] Angabe mit Quecksilberchloridlösung dargestellte Amalgam ist negativ, gegen amalgamisches Zink, das nach der BOETTGER'schen Methode erhaltene, positiv.

Dr. W. Beetz.

C. Galvanische Phänomene.

DE LA RIVE. Recherches sur les phénomènes moléculaires qui accompagnent la production de l'arc voltaïque entre deux pointes conductrices. C. R. XXII. 690*; Inst. No. 643. p. 144*; Sillim. J. 1847. III. 110*.

— — Sur l'arc voltaïque et sur l'influence du magnétisme sur les corps qui transmettent le courant discontinu. Phil. Trans. 1846. p. 31*; Phil. mag. XXX. 125*; Ann. d. ch. et d. ph. XIX. 377*; Arch. d. sc. ph. et nat. III. 312*.

VAN BREDA. On the luminous phenomenon of the voltaic battery. Phil. mag. XXIX. 538*; C. R. XXIII. 462*; Arch. d. sc. ph. et nat. III. 32*; POGG. Ann. LXX. 326*.

GASSIOT. Électricité de tension dans la batterie voltaïque. Arch. d. sc. ph. et nat. III. 44*; Inst. No. 689. p. 94*; Athen. f. 1846;

NEEF. Nachträgliches über das Verhältnifs der elektrischen Polarität zu Licht und Wärme. POGG. Ann. LXIX. 141*.

TYRTOV. Auszug aus einem Briefe an den Akademiker LENZ. Bull. d. St. Pèt. V. 94*; Inst. No. 671. p. 376*; Arch. d. sc. ph. et nat. III. 399*; POGG. Ann. LXX. 85*.

MOIGNO. Mémoire sur les expériences du docteur NEEF et sur la théorie générale de la lumière, de la chaleur et de l'électricité. C. R. XXII. 452*.

ZANTEDESCHI. Sulla virtù illuminante del polo negativo e calorifica del polo positivo de l'elettromotore voltaïco. Racc. fis. chim. I. 325*.

BOUSSINGAULT. Sur l'éclairage des mines. C. R. XXI. 515*; Dingl. p. J. XCVIII. 229*.

LOUJET. Sur l'éclairage des mines. C. R. XXII. 225*.

BOUSSINGAULT. Remarques à cet objet. C. R. XXII. 225*.

DE LA RIVE. Sur l'éclairage des mines. C. R. XXI. 634*; Inst. No. 611. p. 327*; Dingl. p. J. XCVIII. 158*.

[1] Beiträge. Heft III. 14*. POGG. Ann. LXVII. 115*.

[2] POGG. Ann. L. 263*.

Grove. Éclairage des mines. Arch. d. sc. ph. et nat. III. 540; Inst No. 627. p. 8*. No. 629. p. 23*; Dingl. p. J. XCIX. 201*; Enc. Zeitsch. d. Gew.wes. 1846 p. 982*.

King. Electric light. Mech. mag. XLIV. 312*; London J. XXVIII. 348*; Dingl. p. J. CI. 12*.

Williams. Electric light. Mech. mag. XLIV. 348*.

Weekes. Elektrische Beleuchtung. Dingl. p. J. XCVII. 192*; Technol. juin. 1845. p. 402.

Greener und Staite. Verfahren zur galvanischen Beleuchtung. Dingl. p. J. CII. 221*; Lond. J. 1846. Oct. p. 157.

Fusinieri. Memoria sopra le ossidazioni interne delle coppie saldate di zinco e rame. Racc. fis. chim. I. 463*; Ann. d. regno Lomb. Ven. 1845.

H. Moor. Firing shells by electricity. Mech. mag. XLV. 487*.

Herr de la Rive hat messende Versuche angestellt über die Gröfse und Beschaffenheit des Lichtbogens, welcher zwischen den Polen einer Volta'schen Säule je nach der Beschaffenheit deren Pole gebildet wird. Die Pole wurden bald durch Platten, bald durch Spitzen aus verschiedenen Substanzen gebildet, und konnten durch eine Mikrometerschraube einander genähret und von einander entfernt werden, diese Bewegung war bis zu $\frac{1}{10}$ und selbst $\frac{1}{100}$ Millimeter zu beobachten. Die Pole wurden zuerst miteinander in Berührung gebracht, und dann auseinander gerückt, so lange sich noch ein Lichtbogen zeigte. Vor der Berührung war derselbe nie vorhanden, weil die Spannung der Säule nicht so bedeutend war, wie bei der Gassiotschen Wasserbatterie, mit der man den Bogen auch ohne unmittelbare Berührung der Pole erhalten kann. Die Säule war aus 70 Grove'schen Elementen zusammengesetzt, und zeigten einen Lichtbogen, welcher je nach der Natur der Pole zwischen zwei und sechs Millimeter Länge wechselte. Wenn beide Pole aus demselben Material bestanden, so war der Bogen wenigstens zweimal gröfser, wenn der positive Pol eine Spitze und der negative eine Platte war, als bei der umgekehrten Anordnung. Am gröfsten war er, wenn die Pole aus Silber, Eisen oder Kohle bestanden, am kleinsten, wenn aus Platin. Bei Anwendung verschiedener Metalle bestimmte besonders die Natur der Spitze, welche immer am positiven Pole ge-

halten wurde, die Gröfse des Bogens, doch war die Platte auch nicht ganz ohne Einflufs darauf. Wurde ein Galvanometer in den Strom eingeschaltet, so stand die Nadel in dem Momente, wo der Bogen beim Auseinanderrücken der Pole verschwand, immer auf demselben Punkte. Der Bogen kann demnach nur bei einer gewissen Stromstärke bestehen; seine Gröfse aber ist von der Beschaffenheit der Pole abhängig. Der positive Pol ist dabei besonders wesentlich, weil, nach den Versuchen der Herrn Davy, Daniell, Grove, de la Rive, Fizeau und Foucault bei dieser Lichterscheinung ein Losreifsen der Theilchen vom positiven Pole, und ein Ueberführen zum negativen stattfindet. Diese Ueberführung findet nach den vorliegenden Versuchen des Herrn de la Rive mit grofser Regelmäfsigkeit statt, die Structur der abgelagerten Stoffe hängt von der Temperatur, bei welcher der Prozefs stattfindet, ab. Wenn der positive Pol durch eine Platte gebildet ist, und der negative durch eine Spitze, so zeigt die erstere eine Höhlung statt der Ablagerung. Die schon früher von Herrn Walker beobachtete Temperaturverschiedenheit der beiden Pole, zeigte sich auch bei diesen Versuchen wieder, denn während ein, mit dem positiven Pol verbundener Draht von 2 bis 3 Millimeter Durchmesser auf eine Länge von 3 Centimetern weifsglühend wurde, erhitzte sich derselbe am negativen Pol noch nicht bis zur Rothgluth. Ebenso erhitzten sich Platten von Eisen oder Platin wenig am negativen Pole, während sie am positiven bald durchlöchert wurden.

Besonders merkwürdig sind die Verschiedenheiten des Bogens zwischen zweien Eisenspitzen je nach deren Härtung oder durch den Einflufs des Magnetismus. Wurden zwei Spitzen von weichem Eisen, von 1 Centimeter Durchmesser, genommen, so konnten dieselben bis auf 6 Millimeter von einander entfernt wurden, ohne dafs der Bogen verschwand. Wurden die Spitzen durch eine umliegende Spirale oder durch Annäherung eines Magneten magnetisirt, so hörte der Bogen sogleich auf, erschien aber nach Aufhebung der Magnetisirung wieder, wenn die Spitzen nicht zu lange abgekühlt waren. Blieb der magnetische Zustand bestehen, so konnte durch gröfsere Annäherung der Spitzen ebenfalls ein Lichtbogen erzeugt werden, während aber der erstere den Anblick

darbot, als ginge ein Strom geschmolzener Eisentheilchen geräuschlos von einem Pole zum andern über, umgeben von einem hellen Lichtglanze, hatte der zwischen den magnetisirten Spitzen entstehende Bogen nur etwa ein Dritttheil von der Länge desselben, und schien von einer Reihe von Funken gebildet zu sein, welche geräuschvoll aus der Spitze hervorsprangen. Stahl verhielt sich ähnlich wie magnetisirtes Eisen. Wurde die negative Spitze durch Coke oder Holzkohle ersetzt, so hörte man einen Ton, wenn die positive Spitze aus magnetisirtem Eisen bestand; mit der Magnetisirung hörte der Ton auf.

In einer ausgedehnteren Abhandlung wiederholt de la Rive den gröfsten Theil der eben mitgetheilten Angaben. Er geht dann zu einem Vergleich der Lichtbogen in verschiedenen Medien über. Zwischen einer Platinplatte und Platinspitze gab eine Grove'sche Säule von 50 Ketten im luftverdünnten Raum eine sehr schwache Wirkung, besonders wenn die Platte positiv war. Der Bogen hörte auf, wenn die Pole um 1 Millimeter von einander entfernt waren. In der Luft war der Erfolg fast derselbe, doch verschwand der Bogen früher, wenn die Stärke der Säule vergröfsert wurde, wie Herr de la Rive glaubt, weil dann die Cohäsion des Theiles der Platte, welche als positive Electrode wirkt, durch die Temperaturerhöhung vermehrt (?) wurde. War die Batterie nicht zu stark, so war der Bogen in der Luft deutlicher und länger, als im Vacuum. Wenn die Säule von 50 Paaren mit Platin-Electroden angewandt wurde, welche sich in sehr verdünnter Luft befanden, so zeigte sich auf der Platte, die mit dem positiven Pol verbunden war, ein blauer Fleck, ähnlich einem Nobili'scen Farbenringe. Wurde der Versuch in der Luft wiederholt, so zeigte sich der Fleck auch, aber etwa von halb so grofsem Durchmesser, und weniger lebhaften Farben; in Wasserstoff erschien es gar nicht, und Herr de la Rive ist defshalb geneigt, seine Entstehung einer Oxydation des Platins zuzuschreiben, welche dasselbe erleiden soll, wenn es bei hoher Temperatur als Anode fungirt.

Der negative Pol wurde nun mit einer Cokespitze versehen, während der positive die Platinplatte behielt; der Bogen wuchs bis über die doppelte Gröfse hinaus, und bestand aus einem Bü-

schel einzelner Strahlen, die von verschiedenen Punkten der Platte aus divergirten und nach verschiedenen Punkten der Cokespitze hingingen. War der negative Pol eine Platinspitze, so hatte die Lichterscheinung die Gestalt eines Kegels, dessen Grundfläche in der positiven Platte, dessen Spitze in der negativen Spitze lag. Die Intensität des Stromes war auch hier wieder dieselbe, während bei Anwendung des Coke der Bogen länger und die Hitze an der positiven Platte so grofs war, dafs dieselbe bald durchschmolz. War der negative Pol aus Platin, der positive aus Coke, so war der Bogen kleiner, besonders in atmosphärischer Luft. Wurde die negative Spitze aus Zink gemacht, so zeigte sich auf der positiven Platte ein weifser (Zinkoxyd) Beschlag, bei umgekehrter Anordnung ein schwarzer Zinkbeschlag. Eisen gab unter gleichen Umständen einen braunen Eisenoxyd oder einen schwarzen Eisenbeschlag. Ebenso wurden entsprechende Resultate mit Silber, Kupfer und Quecksilber erhalten.

Die Wirkungen des Magnetismus auf den Bogen, welche zuerst Herr Davy beobachtet hatte, hat Herr de la Rive ebenfalls studirt. Er wiederholt die oben schon mitgetheilten Bemerkungen über die Wirkungen der Härtung und Magnetisirung auf die Eisenspitzen, zwischen denen der Bogen dargestellt werden soll, und dehnt dieselben weiter aus. Ein Hufeisen von weichem Eisen wurde so aufgestellt, dafs man an einen Pol desselben, oder zwischen beide Pole das Metall anbringen konnte, welches mit dem einen Pol der Säule verbunden werden sollte. Als eine Platinplatte, die mit dem positiven Pol in Verbindung stand, auf einen Pol gelegt und eine negative Platinspitze ihr gegenüber gestellt war, so dafs ein Bogen entstand, und nur das Hufeisen in einen starken Electromagnet vewandelt wurde, liefs sich ein scharfer zischender Ton hören, und die Spitze mufste näher an die Platte gebracht werden, um den Bogen zu erhalten. Wurde nun die Platte negativ gemacht, so richtete sich der Bogen schief, wurde häufig unterbrochen, und gab dabei ein starkes knallendes Geräusch, ähnlich dem bei der Entladung einer Leyden'schen Flasche. Bei andern Metallen zeigte sich dasselbe. Tragen beide Pole Spitzen, so waren die hörbaren Erscheinungen dieselben, die sichtbaren konnten natürlich nicht so beobachtet werden.

Herr de la Rive meint, das Zischen sei eine Aufeinanderfolge von kleinen Erschütterungen beim Uebergehen der Theilchen, welche sich bereits fast im Zustande der Schmelzung befinden. Um das Knallen hervorzubringen, muſs der Strom öfter unterbrochen werden, damit sich die Electrode nicht zu sehr erhitzt.

Herr van Breda hat die von Herrn Daniell gemachte Beobachtung bestätigt, daſs der Lichtbogen ohne vorhergehende Berührung der Pole entsteht, wenn man durch die Entladung einer Leyden'schen Flasche einen Funken zwischen denselben überspringen läſst. Den Aggregatzustand, in welchem die Theilchen von einer Spitze zur andern übergeführt werden, hält er für den flüssigen, weil die kleinen Kugeln, welche man vorfindet, deutliche Spuren der Schmelzung an sich tragen. Durch Wägung der Electroden glaubt er gefunden zu haben, daſs nicht der positive Pol allein Theilchen zum negativen sendet, sondern daſs beide solche Theilchen fortschleudern, deren Menge von der Gestalt und Natur der Electroden abhängt. Die Theile sollen dabei nicht von dem entgegengesetzten Pole angezogen werden. Hr. de la Rive, der die Richtigkeit dieser Schlüsse, welche Herr van Breda aus seinen Versuchen gezogen hat, in Frage stellt, erinnert an die Wirkung des Magneten auf den Lichtbogen, um die Richtigkeit seiner Beobachtungen über die Richtung des Bogens zu bestätigen.

Herr Gassiot hat auch mittelst einer Grove'schen Säule von 100 Paaren die meisten Erscheinungen hervorgebracht, welche er früher durch die groſse Wasserbatterie von 3520 Paaren erhielt. Wenn die Pole mit Kupferplatten versehen waren, so sprangen bei einer Annäherung von $\frac{1}{1000}$ Zoll Funken über. Der Lichtbogen konnte ohne Metallcontact hergestellt werden, und dehnte sich bis zu einer Länge von $\frac{1}{2}$ Zoll aus. Wurden die Kupferplatten durch Kohlenspitzen ersetzt, so erhielt man die Funken bei einer Entfernung von $\frac{8}{1000}$ Zoll, und der Bogen erschien sogleich, während zwischen der Kupferplatte eine Reihe von Funken voranging.

Die von Herrn Neef[1]) beobachtete Verschiedenheit der Licht-

[1] Berl. Ber. 1845. 463. Pogg. Ann. LXVI. 414*.

erscheinung am positiven und negativen Pol einer Säule ist von Herrn Tyrtov in etwas veränderter Gestalt ebenfalls beobachtet worden. Wenn er zwei Gefäfse mit Quecksilber mit den Polen einer Säule verband, in das, als Anode dienende einen Draht tauchte, und mit demselben das Quecksilber der Kathode berührte, so wurde das letzte Ende glühend und schmolz zu einer Kugel zusammen. Wurde aber der Draht in das Quecksilber der Kathode getaucht, und das der Anode berührt, so erschien ein bläulicher Funke, der Draht glühte nicht, aber das Quecksilber verdunstete stärker. Der Versuch wurde mit demselben Resultat wiederholt, wenn das Quecksilber und der Leitungsdraht durch verschiedene Substanzen ersetzt ward, und zeigt gleichzeitig die vorzugsweise Lichtwirkung an der Kathode, und die vorzugsweise Wärmewirkung an der Anode.

Zu den erwähnten Versuchen des Herrn Neef, mit denen Herr Moigno die Pariser Academie in einer besondern Abhandlung bekannt gemacht hat, hat der erstere noch einige Bemerkungen gefügt, welche indefs nichts Neues enthalten.

Herr Zantedeschi hat sich zur Untersuchung des polaren Unterschiedes von Licht und Wärme einer Daniell'schen Säule aus vierzig Paaren bedient. Jeder der kupfernen Poldrähte konnte nach Belieben in der Mitte getheilt und ein Breguet'sches Thermometer eingeschoben werden. War dasselbe am negativen Pole aufgestellt, und wurde die Kohlenspitze desselben der Kohlenplatte am anderen Pole genähert, so zeigte sich an der Spitze ein lebhaftes Licht, die Platte blieb dunkel, und das Thermometer wurde erst bewegt, nachdem das Licht eine Minute lang gedauert hatte. Das Thermometer zeigte, wenn der Strom geschlossen war, 20°. Stand es am positiven Pole, und näherte man die Pole einander, so wich es nach 3″ um anderthalb Grad, nach 20″ um 4° ab; berührte die Spitze die gegenüberstehende Platte, so ging die Nadel über 12° hinaus. Die Versuche wurden mit gleichem Erfolg wiederholt, wenn an der Stelle der Breguet'schen Spirale ein Rumford'sches Luftthermometer angewandt wurde, dessen eine Kugel nach Art des Riess'schen Elektrothermometers von einem Platindraht durchzogen war. Den hierdurch bestätigten Gegensatz der Pole sieht Herr Zantedeschi als einen

Beweis gegen die von Herrn Melloni, und jetzt wohl sehr allgemein angenommene Identität von Licht und Wärme an.

Das elektrische Licht, welches sich zwischen den Polen einer starken Säule zeigt, hat Herr Boussingault zur Beleuchtung der Gruben vorgeschlagen, weil es die einzige uns bekannte Lichtquelle ist, welche ohne Luftzutritt künstlich hergestellt werden kann. Er berechnet, dafs eine Grove'sche oder Bunsen'sche Säule von achtundvierzig Paaren, welche in einer Stunde einen Kostenaufwand von nur 1 fr. 20 cent. verursacht, ein Licht hervorbringt, welches an Leuchtkraft dem von fünf bis sechs Stearinlichten gleichkommt. Er hat solches Licht durch eine Zinkkupfersäule bald im leeren Raum, bald unter Wasser, hervorgebracht, und in explosiven Gasen als vollkommen sicher erprobt. Herr Louyet hat später das Erstenrecht an diesem Vorschlag in Anspruch genommen, weil er denselben schon am 26. October 1836 im Courrier belge veröffentlicht hat; dies giebt Herr Boussingault zu, da seine erste Veröffentlichung in den Januar 1845 fällt; er behält aber insofern seine Ansprüche, als er der Erste war, welcher den Vorschlag wirklich ins Werk setzte. Herr de la Rive hat einige Einzelnheiten seiner Versuche über diese Erleuchtungsmethode angegeben. Er bedient sich eines Kohlencylinders den er in die Lampe an die Stelle des Dochtes anbringt; darüber befindet sich ein Metallring oder eine dicke Metallscheibe von demselben Durchmesser, wie der Kohlencylinder; beide bilden die Pole der Säule, so dafs der Strom von der Kohle zum Metall geht, und die losgerissenen Kohlentheilchen durch ihre eigene Schwere zurückfallen. Das obere Metallstück kann auch durch Kohle ersetzt werden. Beide Stücke sind in ein Glasgefäfs luftdicht eingeschlossen, und mit einer Säule aus Platin oder Kupfer und Zink- oder Natriumamalgam, die mit Chlorplatin oder Kupfervitriollösung geladen ist, verbunden. Luftleer braucht das Gefäfs nicht gemacht zu werden, weil die Kohle bald allen Sauerstoff verbraucht hat.

Herr Grove hat nach seiner Angabe den Gedanken einer solchen Erleuchtungsmethode ebenfalls vier bis fünf Jahr früher gehabt, als die Herrn Boussingault und de la Rive, ist aber bei seiner Ausführung auf unüberwindliche Hindernisse gestofsen.

Das Licht erlosch zuweilen plötzlich, das Glas beschlug mit feinen Kohlentheilchen, die Kittungen wurden durch die hohe Temperatur zerstört, und der ganze Procefs war im höchsten Grade kostspielig. Herr Grove hat deshalb die Anwendung des Lichtbogens verlassen und ist zu der eines Platindrahtes übergegangen, welcher zwischen den Polen einer Kette glüht. Der Platindraht ist zu einer Spirale aufgerollt und wird möglichst nahe bis zum Schmelzen erhitzt, entweder unter Wasser, oder in irgend einer Gasatmosphäre; seine Ausmessungen müssen der Säule angemessen gewählt werden; unter günstigen Bedingungen ist das Licht so stark, dafs man es nicht mit blofsen Augen ertragen kann, und wird dabei nur durch zwei bis drei Grove'sche Elemente erzeugt.

Herr King hat sich auf den Vorschlag, das elektrische Licht durch Erglühen einer ununterbrochenen Leitung hervorzubringen, ein Patent ertheilen lassen. Er will Streifen aus Platin benutzen, welches so dünn gerollt ist, dafs man Schrift hindurch lesen kann, (d. h. wohl durch die entstandenen Löcher) oder auch Kohle, welche sich in einem Torricelli'schen Vacuum befindet. Nach einer Angabe des Herrn Williams, der das Licht übrigens für nichts weniger als schwach erklärt, soll der eigentliche Erfinder dieser Beleuchtungsmethode Herr Starr sein, da auch Herrn Grove's oben erwähnter Vorschlag nach der King'schen Patentverleihung bekannt wurde.

Herr Weekes hat einen Beleuchtungsvorschlag gemacht, der, wenn er einer Verwirklichung in der That fähig wäre, besonders durch seine geringe Kostspieligkeit allen anderen vorzuziehen wäre. Er bedient sich der vom Fürsten Bagration angegebenen Kette, welche in den feuchten Boden eingegraben wird. Von solchen Ketten aus Zink und Eisen wandte er bei einem Versuche 36 Paare von 0,60 Meter Höhe und 0,90 Meter Breite an, grub sie $12^{mm},5$ weit auseinander 40^{cm} tief in die Erde und verband alle zu einer Kette, deren Pole mit Kohlenspitzen versehen waren. Der Lichtbogen, welcher sich bildete, war aufserordentlich intensiv. Mittelst einer Reihe solcher Platten (es ist nicht angegeben ob mit den 36) kann man auf $0^{m},5$ feinen Druck lesen. Herr

Weekes giebt die vollständige Einrichtung einer solchen elektrischen Strafsenbeleuchtung an.

Die Kohlenspitzen oder Cylinder, welche zur galvanischen Beleuchtung gebraucht werden, können entweder von der harten Kohle gemacht werden, welche sich in den Gasretorten absetzt, (die wir aber jetzt nicht mehr viel bekommen, da die Kohlen in Körben in die Retorten gesetzt werden) oder aus dem Bunsen'schen Kohlengemisch, oder endlich aus einer ähnlich aus sehr gereinigtem Lampenschwarz oder gepulverter Holzkohle bereiteten Kohle, auf deren Darstellung der Herren Greener und Staite ein Patent genommen haben. Dieselben wollten die Kohle mit möglichst vielen Spitzen versehen, damit das Licht, wenn es an einer Stelle erlischt, an der andern fortleuchtet. Auch wollen sie dieselbe durch spitzige Platinstücke, z. B. durchlöcherte Bleche oder feine Drahtgewebe, ersetzen.

Man findet ältere Bemerkungen über galvanische Beleuchtungsversuche von Herrn Selligue in Dingl. p. J. XCI. 325. n. Mon. ind. N. 766. und von Herrn Dalmont über einen Versuch der Herrn Deleuil und Achereau auf dem *Place de la concorde* in Paris in Dingl. p. J. XCV. 291 und Technol. V. 113.

Die „mechanischen Effekte der Säule," sind von Herrn Fusinieri in ähnlicher Art weiter untersucht, wie im vorigen Bericht angedeutet worden ist. Er hat die innere Oxydation der Platten untersucht, und dieselbe dem von der Säule absorbirten Sauerstoff, nicht, wie Herr de la Rive wollte, der zwischen den zusammengelötheten Platten zurückbleibenden Luft zugeschrieben. Ebenso vertheidigt er gegen diesen Physiker lebhaft seine Ansicht, dafs die Krümmung und Trennung der Platten einer Reaction gegen den Strom, und nicht einer Wärmewirkung zuzuschreiben sei.

Herr Moor hat dem Präsidenten der vereinigten Staaten einen Plan zur Entzündung der Bomben an beliebigen Stellen ihrer Bahn eingereicht, eine Erfindung, die er für die Kriegsführung als die wichtigste nach der Erfindung des Schiefspulvers ansieht. Die Bomben werden mit dünnen Leitungsdrähten versehen, welche

länger sind als ihre Flugbahn, und durch welche zu beliebiger Zeit ein Strom geschlossen wird, welcher die Ladung entzündet.

Dr. W. Beetz.

D. Apparate.

Page. Axial galvanometer. Sillim. J. 1846. I. 242*; Mech. mag. XLIV. 26*; Electr. mag. Jan. 1846; London. J. XXVIII. 283*.

G. Crusell. Sur l'emploi pratique du voltamètre actif. Bullet. de l'Ac. à St. Pét. V. 267*.

Hankel. Construktion eines Differentialgalvanometers. Pogg. Ann. LXIX. 255*.

Kopzinski. Ueber die Fehler der gegenwärtig gebräuchlichen Säulen, besonders hinsichtlich ihrer Anwendung zu technischen Zwecken. Berl. Gewbl. XXI. 86. 101*; Technol. 1846. p. 241. Dingl. p. J. CI. 222*.

M. H. Jacobi. Galvanische und elektromagnetische Versuche. Reihe III. Abth. I. Ueber einige neue Volta'sche Combinationen. Bullet. de l'Ac. à St. Pét. V. 209*; Pogg. Ann. LXIX. 207*.

G. Osann. Einige Mittheilungen aus dem Gebiete der Hydroelektrik. Erdm. u. March. J. XXXIX. 284*.

Herr Page wendet gegen die Galvanometer mit Magnetnadel ein, dafs deren Intensität eine Funktion des angewandten Stromes und auch schon in der Zeit nicht constant sei, dafs man starke Ströme gar nicht mehr daran unterscheiden könne, und dafs die Astaticität astatischer Systeme äufserst schwierig zu erhalten sei. Bei Anwendung von Nadeln aus weichem Eisen habe man es dagegen mit keiner bleibenden magnetischen Wirkung zu thun als mit dem Rückstand an Magnetismus, dessen Gröfse man als constant annehmen könne, eine ablenkende Kraft komme nicht in Rechnung. Das Axial-Galvanometer, welches früher von Hrn. Page beschrieben war (Sillim. Ser. I. XLIX. p. 137.) beruhte auf dem Principe der Federwage, um die magnetisirende Kraft des Stromes durch Gewichte zu bestimmen. Jetzt giebt er ein anderes Instrument an, bei welchem der weiche Eisendraht selbst als Index dient. In einer bogenförmig gekrümmten Spirale kann

sich ein, concentrisch mit derselben gekrümmter Eisendraht verschieben, indem er sich um den Mittelpunkt des Bogens dreht. Ein Strom, welcher durch die Spirale geht, verschiebt den Eisendraht, und den daran befestigten Zeiger, welcher an einer Scala diese Verschiebung mifst.

Das Voltamètre actif, welches Herr Crusell in Bullet. IV. p. 304. beschrieben hat, construirte er, um bei seinen elektrotherapeutischen Messungen ein absolutes Maafs für die Stromstärke zu haben, und weil, nach seiner Meinung, die magnetische Wirkung ein solches Maafs nur sehr schwer und durch grofse Umwege giebt [1]. Das von ihm vorgeschlagene Instrument besteht in einer Zinkplatinkette, welche in den Strom eingeschaltet wird, und über deren Platinelement ein Glasrohr zum Messen des Wasserstoffs aufgestellt ist.

Wird diese Kette geschlossen, so beginnt die Gasentwicklung, welche verstärkt wird, wenn noch eine stärkere Kette eingeschaltet wird. Wird dagegen eine Kette von geringerer Kraft eingeschaltet (soll wohl heifsen, wird eine Kette mit einem solchen Widerstand eingeschaltet, dafs die Intensität des ganzen Apparates geringer wird, als die des Voltameters allein), so fängt die Gasentwicklung erst nach einiger Zeit an. Herr Crusell fand den Grund davon darin, dafs das Gas an der Platinplatte haften blieb, und verkleinerte diese deshalb bis zum dünnen Draht, wo er denn sogleich Gasentwicklung erhielt. Den Einwurf, dafs die Voltameter durch ihren Widerstand und durch die Polarisation der Platten den Strom schwächen, glaubt Herr Crusell nur auf Voltameter mit homogenen Elektroden, nicht auf sein Voltameter beziehen zu dürfen, „weil sich seine Wirksamkeit durch die Vergröfserung der Elektromotoren ins Unendliche vergröfsert." Dieser Grund ist schwer einzusehen, denn das Vergröfsern steht bei anderen Voltametern ebenso gut frei, die Polarisation aber bleibt an den Elektromotoren leider ebenso wenig aus, wie an den Elektroden. Auch zur Bestimmung des Gold-

[1] Vergl. Crusell, über den Galvanismus als chemisches Heilmittel. Dritter Zusatz. p. 154.

verbrauches etc. schlägt Herr Crusell seinen Apparat in der veränderten Gestalt als Chrysometer vor.

Herr Hankel hat sich zu seinen Messungen des Widerstandes von Flüssigkeiten eines Differentialgalvanometers bedient, das von manchen Vorwürfen, die man dem Becquerel'schen Instrumente machen mufs, frei bleibt. Bei diesem bleibt die Nadel zuweilen nicht auf 0° stehen, wenn zwei gleiche Ströme die Drähte durchlaufen, sondern sie wird auf 5—10° nach der einen oder andern Seite hin festgehalten, je nach der Schwankung, die sie eben macht. Herr Hankel der dies durch einseitige Wirkung der Drähte auf einen Pol der Nadel veranlafst fand, construirte deshalb sein Galvanometer in weit gröfseren Dimensionen; der übersponnene Kupferdraht wurde auf einen Ring von 3′ Durchmesser gewickelt, der auf einem besondern Tische befestigt war. Ein kleiner Magnetstab von 3″ Länge hing an einem Coconfaden; seine Richtkraft wurde durch einen im Meridian befindlichen Stahlmagnet beliebig geschwächt. Die Drähte, deren jeder 286 Fufs Länge in 28 Umwindungen hatte, waren im Durchmesser 0,14789″ Par. stark.

Herr Kopzinski hat die Fehler der gebräuchlichsten hydroelektrischen Säulen, welche dieselben für den Fabrikgebrauch unzweckmäfsig machen, zusammengestellt. Sie liegen in der noch immer unzulänglichen Dauer, dem hohen Preise des Materials und der Unfähigkeit, nach Belieben eine schwache oder starke Wirkung zu geben. In Bezug auf den letzten Punkt scheinen ihm die Gesetze der Stromwirkung nicht hinreichend klar gewesen zu sein, um die Grundsätze zu verstehen, nach denen man die Stärke eines Stromes reguliren kann. Von den sehr billig herzustellenden Säulen fand er die des Fürsten Bagration eng, bestehend aus Kupfer- und Zinkplatten, welche man in, mit Salmiaklösung gesättigte Erde eingräbt, nicht dauernd genug. Dagegen empfiehlt er die Bain'sche Einrichtung, bei der die Platten einfach in den feuchten Erdboden eingegraben werden, und, wenn man bewegliche Apparate haben will, Kupferzink- oder Kupfereisenpaare, die in verdünnte Schwefelsäure oder Salzwasser tauchen. Durch Hähne kann der Stand der Flüssigkeit regulirt,

und der Apparat gereinigt werden. Auch die vom Herzog von Leuchtenberg vorgeschlagene Eisenkohlensäule hält Herr Kopzinski für practisch und sparsam.

Herr Jacobi hat eine Reihe neuer galvanischer Combinationen untersucht, welche zum Theil aus einem Metalle und zweien Flüssigkeiten, zum Theil aus zweien Metallen und zweien Flüssigkeiten bestehen. Als sehr wirksame Combination führt er an:

+ Silber, Kaliumsilbercyanür ... Silbernitrat, Silber —

oder noch besser mit Vertretung des negativen Silbers durch Platin. Bei

+ Silber, Cyankalium ... Kupfervitriol, Kupfer —

findet eine Umkehruug gegen die gewöhnliche Anordnung statt; um die starke Diffusion zu vermeiden nimmt man noch besser

+ Silber, Cyankalium, Kochsalzlösung, Kupfervitriol, Kupfer —

Für die praktische Anwendung bei der Versilberung hält Herr Jacobi sowohl diese, als auch die folgende Combination,

+ Silber, Cyankalium, Kochsalz, conc. Salpetersäure, Platin —

für sehr tauglich, weil man durch dieselben eine sehr reine Silbersolution ohne weitere Handarbeit erhält.

Interessant sind noch die Verbindungen:

— Silber, Cyankalium, Kochsalzlösung, Zinkvitriol, Zink +

— Silber, Cyankalium, Kochsalzlösung, verd. Schwefelsäure, Zink +

+ Silber, Cyankalium, Kochsalzlösung, verd. Salpetersäure, Zink —

+ Kupfer, Cyankalium, Kochsalzlösung, Kupfervitriol, Kupfer —

bei welcher letzteren man eine sehr verstärkte Wirkung erhält, wenn man das negative Kupfer und den Kupfervitriol durch Platin und concentrirte Salpetersäure ersetzt.

Bei der Kette

+ Gold, Cyankalium, Kochsalzlösung, Salpetersäure, Platin —,

bemerkte Herr Jacobi eine sehr rasche Wirkungsabnahme, deren Grund er in der Abscheidung einer festen Substanz fand, die er als Paracyan erkannte.

Herr Osann macht einige Mittheilungenn über die Grove'schen Ketten, deren er sich bedient. Er hat durch Versuche gezeigt, daſs die Platinfläche ohne Verlust an Wirkung bis zu einem gewissen Grade verkleinert werden kann. Er wendet dabei Gypscylinder an, und räth, dieselben erst ganz von Sal-

petersäure durchdringen zu lassen, ehe man sie in die verdünnte Schwefelsäure stellt.

Dr. W. Beetz.

E. Elektrochemie.

Becquerel. Grundzüge der Elektrochemie. A. d. Franz. Erfurt bei Otto 1845.

— — Nouvelles applications de l'électricité à la décomposition de substances minérales. C. R. XXII. 781*; Inst. No. 646. p. 169*; Arch. d. sc. ph. et nat. II. 32; Dingl. p. J. CI. 297.

— — Décomposition électrochimique des sels neutres à base de potasse et de soude. C. R. XXII. 1065*; Inst. No. 652. p. 221*; Erdm. u. March. XXXVIII. 309*; Arch. d. sc. ph. et nat. II. 294*; Dingl. p. J. CI. 264*.

Poumarède. Mémoire sur un moyen de précipiter de leurs dissolutions le fer, le manganèse et le nickel à l'état métallique. C. R. XXII. 948*.

Barral. Mémoire sur la précipitation de l'or à l'état métallique. Ann. d. ch. et de ph. XVIII. 5*; C. R. XXIII. 35*; Inst. No. 653. p. 230*; Quesnev. res. sc. XXVII. 145*; Dingl. p. J. CII. 30*; Bull. d. l. s. d'enc. 1846. p. 508.

Maximilian Herzog von Leuchtenberg. Untersuchung der Kupfervitriolauflösungen, welche zu galvanoplastischen Arbeiten gebraucht werden. Bull. d. l'Ac. à St. Pét. V. 199*; Erdm. u. March. XXXVIII. 312*; Dingl. p. J. CII. 49*.

C. Barreswil. Observations sur la décomposition de l'eau par les métaux sous l'influence de proportions très-petites de diverses dissolutions métalliques. C. R. XXI. 292; Erdm. u. March. XXXVII. 60*.

E. du Bois-Reymond und W. Beetz. Zur Theorie der Nobili'schen Farbenringe. Pogg. Ann. LXXI. 71*.

Marchand. Ueber das Ozon. Pogg. Ann. LXVII. 143*; Erdm. u. March. XXXVIII. 59*.

A. W. Williamson. Quelques expériences sur l'ozone. Inst. No. 634. p. 69*.

Fischer. Ueber das Leuchten des Phosphors. Erdm. u. March. XXXIX. 48*.

Schönbein. On ozone. Rep. of the brit. ass. XV. 91*.

— — Ueber die Natur des Ozons. Pogg. Ann. LXVII. 81*; Arch. d. sc, ph. et nat. I. 203*.

— — Vorläufige Notiz über eine eigenthümliche Darstellungsweise des

Kaliumeisencyanids. Pogg. Ann. LXVII. 83*; Arch. d. sc. ph. et nat. I. 203*.

Schönbein. Ueber die Umwandlung des gelben Blutlaugensalzes in das rothe. Pogg. Ann. LXVII. 86*; Phil. mag. XXVIII. 211*.

— — Vorläufige Notiz über die Einwirkung des Lichts auf das gelbe und rothe Blutlaugensalz. Pogg. Ann. LXVII. 87*; Phil. mag. XXVIII. 211*.

— — Das Ozon als Oxydationsmittel. Pogg. Ann. LXVII. 89*; Phil. mag. XXVIII. 204*.

— — Notiz über das Guajakharz. Pogg. Ann. LXVII. 97*; Phil. mag. XXVIII. 204*.

— — Nachträgliche Notiz über das Guajakharz. Pogg. Ann. LXVII. 99*.

G. Osann. Guajakharz als Reagens auf elektrische Ströme. Pogg. Ann. LXVII. 372*; Osann's Beiträge. I. 29*.

— — Platin im oxydirten Zustande. Pogg. Ann. LXVII. 374*; Osann's Beiträge. I. 24*.

Schönbein. Ueber Salpetersäurebildung und Nitrification. Pogg. Ann. LXVII. 211*; Phil. mag. XXIX. 47*; Inst. No. 661. p. 299*; Arch. d. sc. ph. et nat. I. 311.

— — Ueber die Oxydationsstufen des Stickstoffs. Pogg. Ann. LXVII. 217*; Arch. d. sc. ph. et nat. I. 311*.

— — Einige Bemerkungen über die sogenannte galvanische Bleichmethode. Dingl. p. J. CI. 41*.

— — Ueber die Beziehung des Ozons zur Untersalpetersäure. Pogg. Ann. LXVII. 225*; Phil. mag. XXVIII. 432*; Inst. No. 655. p. 251*.

— — Ueber einige chemische Wirkungen des Platins. Pogg. Ann. LXVII. 233*; Phil. mag. XXIX. 40*; Inst. No. 661. p. 300*; Arch. d. sc. ph. et nat. I. 312*.

— — Ueber den Einflufs der Elektricität, des Platins und Silbers auf das Leuchten des Phosphors in der atmosphärischen Luft. Pogg. Ann. LXVIII. 37*; Phil. mag. XXIX. 122*; Inst. No. 633. p. 315*; Arch. d. sc. ph. et nat. II. 301*.

— — Ueber das Verhalten des Ozons zu Jod, Chlor, Brom und Salpetersäure. Pogg. Ann. LXVIII. 42*; Arch. d. sc. ph. et nat. II. 302*.

— — Die Zersetzungsverhältnisse des ersten Salpetersäurehydrats verglichen mit denen des Wasserstoffsuperoxyds und des Ozons. Erdm. u. March. XXXVII. 129*.

— — Ueber das Verhalten des wässrigen Broms und Chlors zur Untersalpetersäure. Erdm. u. March. XXXVII. 144*; Phil. mag. XXIX. 227*; Inst. No. 681. p. 20*.

— — Ueber den Einflufs des Lichtes, der Wärme und des Volta'schen Stromes auf das erste Salpetersäurehydrat. Erdm. und March. XXXVIII. 85*.

Kramer-Belli. Sulla produzione dell' ozono per via chimica di C. F. Schönbein. Giorn. d. ist. Lomb. X. 201*.

Kramer-Belli. L'ozono non è acido nitroso. Nota inedita di C. F. Schönbein. Giorn. d. ist. Lomb. X. 258*.

Schönbein. Lettera al sign. A. de Kramer intorno a nuove esperienze sulla produzione del l'ozono. Giorn. del ist. Lomb. XI. 200*.

Die im vorjährigen Bericht erwähnten Versuche des Herrn Becquerel über die Veränderungen mancher Substanzen unter Einfluſs eines Lösemittels und des galvanischen Stromes sind im letzten Jahre fortgesetzt worden. Die Zerlegungen mineralischer Substanzen wurden im allgemeinen in einem Apparate angestellt, der den Typus einer Kette mit zweien Flüssigkeiten hat. Er besteht, um von einem bestimmten Beispiel auszugehen, aus einem Glasbecher mit Kochsalzlösung, in dem sich ein unten mit Thon verstopftes Glasrohr mit derselben Flüssigkeit befindet. Ein Stück Silbererz ist oberflächlich mit Chlorsilber bekleidet, und mit einem Silberdraht umwunden, dessen anderes Ende mit einer Zinkplatte in der äuſseren Flüssigkeit verbunden ist. Der Proceſs begann mit der Reduktion des Chlorsilbers, und lieſs zuletzt reines Silber zurück. Ein Kalkspath, der hie und da mit Chlorsilber bedeckt, und in den Apparat eingeführt wurde, erschien nachher mit Dendriten von Silber bewachsen und in den Spalten durchzogen. Die Versuche gelangen ebenso, wenn die Lösungen durch Wasser ersetzt wurden, nur langsamer; das Silber hatte dafür aber ein festeres Gefüge. Herr Becquerel erinnert hierbei an einen Versuch den Herr d'Arcet zufällig einmal angestellt hat. Eine Stahlstange hatte lange Zeit dicht neben einer Flasche mit schwefelsaurer Silberlösung gestanden, welche Lösung durch einen Sprung in der Flasche langsam ausfloſs, und die Stahlstange näſste. Nach mehren Jahren war dieselbe durch eine hämmerbare Silberstange ersetzt.

Als Silbererze hat Herr Becquerel Glaserz (*sulphure d'argent*) und Rothgiltigerz (*Antimoniosulphure et Arséniosulphure d'argent*) angewandt. Ebenso nahm er complicirter zusammengesetzte Mineralien, und solche, welche im allgemeinen schwer zersetzbar sind. Ihre Zerlegung gelang auch, aber nicht so rasch, wie die der genannten Silbererze. Unter den angewandten nennt er Kup-

ferglanz, Sulphurete von Zink, Kupfer, Blei und Silber, selbst Bleiglanz.

Die beschriebenen Processe vermuthet Herr Becquerel in der ganzen Mineralbildung der Erde. Als positives Element glaubt er dabei den Schwefelkies ansehen zu müssen, da Zink und Eisen im metallischen Zustande zu selten vorkommen. Versuche mit dieser Substanz gaben ebenfalls die früheren Erfolge.

Eine andere Versuchsreihe stützt Herr Becquerel auf eine Beobachtung Scheele's, nach welcher ein Eisenstab, den man in Salzwasser legt, daraus Mineralkali abscheidet. Er legte ein Stück Eisen in schwefelsaures Natron; es bildete sich schwefelsaures Eisenoxydul, das durch das gleichzeitig gebildete Natron zersetzt wurde. Dabei ging das Eisen in Eisenoxyd über. Wenn dagegen ein Theil des Eisens aus der Flüssigkeit hervorragte, so blieb das schwefelsaure Eisenoxydul gelöst, das Natron schied sich am unbedeckten Theile des Eisens ab, und nahm dort Kohlensäure aus der Luft auf. Herr Becquerel erklärt diesen Versuch aus der Wirkung einer Kette, in welcher der eingetauchte Theil des Eisens sich positiv, der hervorragende negativ verhält. Er glaubt dieses Verfahren auch zur Arbeit im Grofsen anwenden zu können, wenn es nicht durch die grofse Menge von Eisenstangen, die es erfordert, unpraktisch wird.

Einen Procefs, durch welchen das Eisen im metallischen Zustande erhalten wird, theilt Herr Poumarède mit: Wenn nämlich Zink in eine Eisenoxydlösung gebracht wird, so fängt es erst dann die gewöhnliche Zersetzung derselben unter Entwickelung von Wasserstoff an, wenn es sich mit einer dunklen Schicht bedeckt hat. Er hält dieselbe für ein Oxyd des Eisens, welches aus irgend einem Grunde ungelöst bleibt. Aus diesem und dem Zinke ist nun eine Kette gebildet, welche den weiteren Procefs veranlafst. Waren die Lösungen concentrirt, so wurden sie zum Oxydulsalze reducirt unter Ausscheidung kleiner Eisenschuppen, welche sich nicht oxydirten, bis die Lösung zu verdünnt wurde. Er hält diesen Procefs für im Grofsen anwendbar.

Herr Barral hat den Vorgang untersucht, durch welchen Gold aus seinen Lösungen ausgeschieden wird. Nach einer Ansicht, welche Herr Dumas in seinem Berichte über die Ruolz'sche

Vergoldungsmethode ausgesprochen hat, tritt ein Theil Kupfer von dem zu vergoldenden Gegenstand (bei den vorliegenden Versuchen immer Messing) in die Lösung über, während sich eine entsprechende Goldmenge niederschlägt. Bei den Versuchen des Herrn Barral zeigte sich diese Ansicht vollkommen begründet, indem in der Lösung sich ein schwarzer Niederschlag bildete, in welchem jedesmal ein Aequivalent Kupfer vorgefunden wurde, sobald die Lösung ein Aequivalent Gold verloren hatte. Aufserdem wurde in dem Niederschlage gefunden: Goldpurpur, gebildet durch das Zinn der Löthungen, und kohlensaurer Kalk, vom Wasser und dem kohlensauren Kali der Lösung. Die schon von d'Arcet und Becquerel gemachte Bemerkung, dafs eine sehr blanke Fläche schwerer vergoldet werden kann als eine etwas matte, sucht Herr Barral dadurch zu erklären, dafs sich solche Flächen schnell mit einer gleichmäfsigen Goldschicht bekleiden und dadurch die fernere Auflösung des Kupfers unterbrochen wird.

Der Herzog von Leuchtenberg hat den schwarzen Niederschlag untersucht, welcher sich bei galvanoplastischen Arbeiten aus der Kupfervitriollösung auf der Anode niederschlägt. Er fand ihn zusammengesetzt aus Schwefel, Selen, Arsenik, Zinn, Gold, Silber, Kupfer und Eisen und Blei. Das Gold vermuthet er darin im metallischen Zustande, das Blei als schwefel- oder selensaures Salz, die übrigen Metalle in ihren Oxyden. —

An die im vorigen Bericht (S. 477) erwähnte Arbeit des Herrn Millon über die Zersetzung des Wassers in Gegenwart von Säuren und Salzen hat Herr Barresville Betrachtungen geknüpft, in denen er die Beschleunigung oder Verzögerung, welche manche Substanzen, wenn sie im Wasser gelöst sind, bei dieser Zersetzung bewirken, einem Volta'schen Procefs zuschreibt. Es schlägt sich nämlich zuerst an dem Metalle, welches das Wasser zersetzen soll, ein Bestandtheil der Lösung nieder, und bildet dadurch eine Kette mit dem Metall. Er fügt noch einige Beobachtungen hinzu: Arseniksäure verlangsamt die Wirkung verdünnter Schwefelsäure auf Eisen, beschleunigt aber die auf Zink; der Grund hiervon soll sein, dafs der Niederschlag auf dem Zink sich porös bildet, auf dem Eisen aber fest und undurchdringlich. Kratzt man etwas von der Oberfläche fort, so beginnt auch beim

Eisen eine lebhaftere Wirkung als wenn gar kein Niederschlag gebildet worden wäre. Die Annahme einer besondern Verwandtschaftskraft zur Erklärung jener Erscheinung hält also Hr. Barresville für überflüssig.

Dr. W. Beetz.

Hr. Edmond Becquerel hat im vorigen Jahre den einfachsten Fall der Nobili'schen Farbenringe einer mathematischen Betrachtung unterworfen, in der Absicht zu untersuchen, ob die mit Hülfe optischer Versuchsweisen bestimmten relativen Dicken der farbenspielenden Schicht übereinkommen würden mit denjenigen, die man aus den Gesetzen der Ausbreitung des elektrischen Stromes im Vereine mit dem elektrolytischen Gesetze entnehmen kann. Jener einfachste Fall besteht darin, dafs eine unbegrenzte ebne Metallplatte übergossen gedacht wird mit einer überall gleich dicken Schicht des Elektrolyten; in diese taucht, ohne jedoch die Platte zu berühren, eine feine metallische Spitze. Der Strom verbreitet sich von der Spitze aus nach allen Punkten der Platte und überzieht sie mit einer Schicht des Zersetzungsstoffes, welche, da der Strom auf dem geraden Wege von der Spitze nach der Platte stärker ausfällt als in den seitlichen Richtungen, von der Mitte derselben nach dem Umfange zu an Dicke abnehmen mufs, und demgemäfs ein concentrisches System von Ringen darbietet, die, nach Hrn. Becquerel, den Newton'schen Ringen im durchfallenden Lichte zu vergleichen sind. Hr. Becquerel schliefst nun folgendermafsen. Der Strom gehe geradlinig von der Spitze nach jedem Punkte der Platte. Seine Stärke in jedem Punkte der Platte sei folglich umgekehrt proportional dem Abstande des Punktes von der Spitze. Die Dicke der Schicht sei gerade proportional der Stärke des Stromes. Nennt man diese Dicke y, x den Abstand des Punktes der Platte, der gerade betrachtet wird, vom Mittelpunkte, m den senkrechten Abstand der Spitze von der Platte endlich A einen von dem Leitungsvermögen der Flüssigkeit und der Kraft der Säule abhängigen Coëfficienten, so habe man also

$$y = \frac{A}{\sqrt{m^2+x^2}},$$

und da man m im Versuch gegen x verschwinden lassen könne,

$$y = \frac{A}{x},$$

d. h. die Dicken der Ringe verhalten sich umgekehrt wie die ersten Potenzen ihrer Halbmesser. Es müfsten folglich die aus optischen Betrachtungen entnommenen relativen Dicken an bestimmten Stellen, multiplicirt mit den Abständen dieser Stellen vom Mittelpunkte, ein beständiges Produkt geben; und wirklich will Hr. Becquerel diese Erwartung an zwei von ihm dargestellten und ausgemessenen Ringsystemen auf das vollständigste erfüllt gefunden haben.

In der vorliegenden Arbeit hat nun der Berichterstatter, anknüpfend an die Erweiterungen, welche kürzlich durch Kirchhoff und Smaasen der Ohm'schen Lehre zu Theil geworden sind, zunächst daran erinnert, dafs die Stromescurven von der Spitze nach der Platte keineswegs gerade sein können. Dies würde nämlich voraussetzen, dafs die Oberflächen gleicher Spannung oder die isoëlektrischen Oberflächen Kugelschaalen seien. Alsdann würde eine dieser Kugelschaalen die Platte in ihrem Mittelpunkte berühren. Die Platte selbst kann aber, wegen ihres im Vergleiche zu dem des Elektrolyten unendlich grofsen Leitungsvermögens, als erste isoëlektrische Oberfläche von ihrer Seite her betrachtet werden. Sie würde folglich mit jener Kugelschaale auf allen Punkten gleiche Spannung besitzen und es würde somit jeder Grund zur weiteren Strömung zwischen der Schaale und Platte wegfallen.

Den wahren Gang der Elektricität unter diesen Umständen zu erforschen, ist eine Aufgabe, welche eine sehr überlegene Handhabung der feinsten Hülfsmittel der höheren Analysis in Anspruch nehmen dürfte. Will man sich aber mit einer annähernden Lösung begnügen, so kann man folgendermafsen zu Werke gehen.

Zuerst mufs natürlich etwas genaueres über die Gestalt der Ausströmungsspitze festgestellt werden. Wir wollen annehmen, dafs sie halbkugelförmig in die Schicht feuchten Leiters hineinrage und dafs die Oberfläche dieser gerade durch den Mittelpunkt derselben gehe. Wir wollen ferner den Vorgang zwischen der Spitze und den ihr zunächst gelegenen Theilen der Platte auf sich

beruhen lassen, da hier nachmals doch keine Beobachtungen angestellt werden können, indem die brauchbaren Ringe immer erst in einiger Entfernung von der Mitte beginnen. Was aber die Strömungscurven betrifft, welche sich nach den entfernteren Punkten der Platte begeben, so sieht man, daſs sie von den entsprechenden Punkten der Kugeloberfläche der Ausströmungsspitze sehr lange fast geradlinig fortschieſsen müssen; dann biegen sie sich nach der Platte hin, die sie senkrecht erreichen sollen. Fassen wir ferner zwei in einer senkrecht durch den Mittelpunkt der Spitze auf die Platte gefällten Ebene einander zunächst gelegene Strömungscurven auf, so erkennt man auch noch, daſs sie in dem geradlinigen Theile ihres Laufes einander sehr nahe bleiben werden, daſs sie aber auseinander zu weichen streben, wenn sie, dem Punkte ihres Einsenkens in die Platte nahe, sich nach derselben hinbiegen.

Hr. Becquerel setzt, wie oben bemerkt wurde, die Stromstärke in jedem Punkte der Platte schlechthin umgekehrt proportional der Länge der Stromescurve, welche in diesen Punkt mündet. Er übersieht dabei, daſs die Strömungscurven nichts anzeigen, als die bloſse Richtung der resultirenden Elektricitätsbewegung in einem gegebnen Punkte des Leiters. Um die Stärke des Stromes in einer gegebnen unendlich kleinen Stelle des Leiters zu finden, muſs man vielmehr den Widerstand berechnen, den der Raum zwischen den jene Stelle ringsum abgrenzenden Strömungscurven dem Strome darbietet. In dem vorliegenden Falle kann man aber vermuthlich den Widerstand des krummlinig begrenzten Theiles dieses Raumes vernachlässigen gegen den geradlinig begrenzten, weil, erwähntermaſsen, in dem erstern, der an und für sich viel kürzer ist, auch noch die Strömungscurven auseinanderweichen, so daſs hier der Querschnitt der Strombahn viel beträchtlicher ausfällt. Man wird also, nach Hrn. Becquerel's nicht weiter gerechtfertigtem Vorgange, an die Stelle der wirklichen Strömungscurven, in einiger Entfernung von der Ausströmungsspitze, allerdings die Leitstrahlen setzen können, die von dem Mittelpunkte der halbkugelförmigen Elektrode zu den Punkten der Platte führen, auf welche jene Curven aufstehen.

Als partielle Strombahn wird alsdann hier zu betrachten sein

der Raum zwischen zweien Kegelmänteln, deren Axe und Spitze mit einander sowohl als mit dem Mittelpunkte der Spitze und seiner senkrechten Entfernung von der Platte zusammenfallen, welche letztere die gemeinsame Grundfläche der Kegel ausmacht, und deren sehr stumpfe Winkel an der Spitze um einen unendlich kleinen Winkel 2φ unterschieden sind. Der Widerstand eines solchen Raumes ist leicht zu bestimmen. Das Element desselben ist, wenn wir mit ξ die Entfernung eines Punktes der Kegelmäntel vom Mittelpunkte der Spitze, mit γ den Winkel an der Grundfläche, mit ω den umgekehrten Werth des Widerstandes für die Einheit der Länge und des Querschnittes der Bahn bezeichnen,

$$dw = \frac{1}{2\pi\omega\cos\gamma\,\mathrm{tg}\,\varphi}\cdot\frac{d\xi}{\xi^2}.$$

Die Integration ist zu vollziehen zwischen den Gränzen $\xi = \Xi =$ der gesammten Länge des Leitstrahles als oberer und $\xi = \varrho$, einer beliebig kleinen, aber endlichen Constanten, als unterer Grenze. Unter ϱ ist nämlich der Halbmesser der halbkugelförmigen Auströmungsspitze zu verstehen, da, wenn man denselben, nach Hrn. Becquerels's Vorgange, vernachlässigen wollte, der Widerstand unendlich werden würde. Man erhält

$$w = \frac{1}{2\pi\omega\varrho}\cdot\frac{\Xi-\varrho}{\Xi\cos\gamma\,\mathrm{tg}\,\varphi}.$$

Die Stärke des partiellen Stromes wird also, wenn k den Unterschied der Spannungen der Elektroden vorstellt,

$$dI = 2\pi k\omega\varrho\cdot\frac{\Xi\cos\gamma\,\mathrm{tg}\,\varphi}{\Xi-\varrho}.$$

Hier sind $\Xi\cos\gamma$ und $\mathrm{tg}\,\varphi$ in Funktion von x und dx auszudrücken. Man hat dazu, wenn man Hrn. Becquerel's Bezeichnungsweise beibehält, die Bestimmungen:

$$\Xi = \sqrt{x^2+m^2}, \qquad \cos\gamma = \frac{x}{\sqrt{x^2+m^2}},$$

$$\Xi\,\mathrm{tg}\,\varphi = dx\sin\gamma, \qquad \sin\gamma = \frac{m}{\sqrt{x^2+m^2}},$$

und es geht hervor die partielle Stromstärke

$$dI = 2\pi\omega\varrho km\cdot\frac{x\,dx}{(x^2+m^2)(\sqrt{x^2+m^2}-\varrho)}.$$

Multiplicirt man diesen Ausdruck mit einer fernern Constanten α für das Atomgewicht des niedergeschlagenen Zersetzungsstoffes, seine Dichtigkeit u. s. w., so wird man allerdings ein Maafs gewonnen haben für die absolute Menge des Zersetzungsstoffes, welche der partielle Strom in der Zeiteinheit auf dem zwischen den Kegelmänteln begriffenen Ringe der Platte fällt, keineswegs jedoch bereits, wie Hr. Becquerel zu glauben scheint, für die relative Dicke der Schicht, in welcher diese Menge sich ablagern wird. Um diese zu bestimmen, ist es deutlich, dafs man noch die Ausdehnung der Oberfläche zn berücksichtigen hat, auf der die Ablagerung vor sich gehen soll. Man findet diese einfach, indem man den Ausdruck für die Grundfläche der Kegel als Funktion des Halbmessers differenzirt, und das annähernde Gesetz der abnehmenden Dicke folglich, wenn man in dI mit $2\pi . x dx$ dividirt. Dieses Gesetz nimmt demnach die Form an

$$y = \omega \varrho k m \alpha . \frac{1}{(x^2+m^2)(\sqrt{x^2+m^2}-\varrho)} .$$

Will man ϱ gegen Ξ vernachlässigen, so wird es

$$y = \omega \varrho k m \alpha . \frac{1}{(x^2+m^2)^{\frac{3}{2}}} ;$$

will man ferner, nach Hrn. Becquerel's Vorgange, auch noch m^2 gegen x^2 verschwinden lassen, und fafst man die Constanten unter dem Zeichen A zusammen, so folgt einfach

$$y = \frac{A}{x^3} .$$

Die Dicke der Ringe würde also nicht, wie Hr. Becquerel meint, der ersten Potenz der Halbmesser, sondern, was auch zum Theil bereits die Anschauung zeigt, annähernd dem Würfel derselben umgekehrt proportional sein.

Dr. E. du Bois-Reymond.

Die vorstehenden Mittheilungen des Hrn. E. du Bois-Reymond gaben dem unterzeichneten Berichterstatter Gelegenheit zur Anstellung einiger Versuchsreihen, welche die Uebereinstimmung des zuletzt aufgestellten Gesetzes mit der Erfahrung prüfen sollten.

Es wurden Farbenringe auf vergoldeten Silberplatten, auf Platin und Neusilber erzeugt. Besonders die ersteren dienten zu den Messungen. Zuerst wurden die verschiedenen Farben desselben Ringsystems gemessen, indem die Platten der Beleuchtung der verschiedenen Theile eines Farbenspektrums ausgesetzt wurden. Die Messungen geschahen an den Linien *B*, *D*, *E* und *F*. Wäre das Gesetz, wie es Becquerel annahm, richtig, so hätte der in der Beleuchtung *B* gemessene Radius zu dem in der Beleuchtung *D* gemessenen dasselbe Verhältnifs haben müssen, wie die Länge der Wellen an der Stelle *B* des Spektrums zu der bei *D*. Sollte aber das jetzt aufgestellte Gesetz bestätigt werden, so müfste dasselbe für das Verhältnifs der dritten Potenzen der Radien gelten. Die Wellenlänge bei *B* wurde nach Schwerd = 688 Milliontheile eines Millimeters gesetzt, und sowohl nach dem Verhältnifs der dritten, als nach dem der ersten Potenzen der Radien die übrigen Längen daraus berechnet. So ergaben sich

	nach Schwerd.	nach den dritten Potenzen.	nach den ersten Potenzen.
B	688	688	688
D	589	590	655
E	526	523	629
F	486	485	613.

Dieser Versuch spricht also ganz für das Gesetz der dritten Potenzen. Die mit verschiedenen Ringsystemen angestellten Versuche geben zwar nicht eine so vollkommene Ueberstimmung, aber doch eine unvergleichlich gröfsere, als wenn man Hrn. Becquerel's Formel zu Grunde legen wollte. Der Grund hiervon ist hauptsächlich die Ladung, welche die Platten annehmen; sie ist in der Mitte gröfser als an den Rändern, so dafs die Schicht des abgelagerten Bleisuperoxyds in der Mitte relativ dünner ist, als am Rande, wodurch die Ringe aufsen kleiner sind, als sie nach der Rechnung sein sollten. Da aber die Ladung mit der Stromstärke nicht in gleichem Verhältnifs wächst, sondern sich einem gewissen Werthe asymptotisch nähert, so erhält man um so richtigere Zahlen, je gröfser die Stromstärke ist; natürlich mufs auch auf Neusilberplatten das Gesetz deutlicher kenntlich

sein, weil sie eine geringere Ladungsfähigkeit besitzen. Bei einigen Versuchen wurde endlich die Gröfse m nicht vernachlässigt, und dadurch ebenfalls eine gröfsere Annäherung gewonnen. Als Beispiel für die Resultate dieser Versuchsreihen mögen hier die an einer vergoldeten Silberplatte angestellten Messungen angeführt werden. Die Ringe sind in der gelben Beleuchtung einer mit Salz behandelten Spiritusflamme gemessen, und sollten das Resultat $yx^2 = A$ geben, wo y nach der Reihe für dunkle Ringe die ungeraden, für helle die geraden Zahlen bezeichnet. Nach Hrn. Becquerel's Ansicht müfste dagegen $yx = A$ sein. Beide Werthe sind berechnet, für A das Mittel genommen (mit Weglassung der beiden äufsersten dunklen und des ersten hellen Ringes, bei denen die Abweichung bedeutend ist) und Δ, die Abweichung vom Mittel, hinzugefügt:

Ringe.	x	y	xy^2	Δ	xy
1 dunkle	17''',4	1	5268,02	—	17,4
2 - -	14, 4	3	8949,30	—	43,2
3 - -	12, 5	5	9665,60	— 92,96	62,5
4 - -	11, 2	7	9841,51	+ 82,95	78,4
5 - -	10, 3	9	9834,57	+ 76,01	92,7
6 - -	9, 65	11	9884,93	+126,37	106,15
7 - -	9, 1	13	9796,41	+ 37,85	118,3
8 - -	8, 65	15	9708,15	— 50,41	129,75
1 helle	15, 4	2	7304,52	—	30,8
2 - -	13, 4	4	9624,40	—134,16	53,6
3 - -	11, 7	6	9730,86	— 27,70	70,2
4 - -	10, 7	8	9800,32	+ 41,76	85,6
5 - -	9, 9	10	9702,99	— 55,57	99,0
6 - -	9, 35	12	9808,80	+ 50,24	112,2
7 - -	8, 85	14	9704,15	— 54,41	123,9
Mittel			9758,56		

Die im letzten Jahre über das Ozon erschienenen Arbeiten sind sämmtlich nicht physikalischer Natur. Ihre Aufzählung in der Literatur beim Eingange des Abschnittes wird daher genügen.

Dr. W. Beetz.

F. Anhang. Galvanoplastik.

M. Herzog v. Leuchtenberg. Untersuchung der Kupfervitriollösungen, welche zu galvanoplastischen Arbeiten gebraucht werden. Bull. d. l'Ac. à St. Pét. V. 199*; Erdm. u. March. XXXVIII. 312*; Dingl. p. J. CII. 49*.

Bianconi. Memoria sulla galvanoplastica. Racc. fis. chim. ital. I. 377*.

Steinheil. Beschreibung einer Fabrikationsmethode genauer und nicht-oxydirbarer Metallspiegel. Polyt. Notizbl. I. No. 5. p. 65*; Bair. K. u. Gewbl. 1845. p. 757*; Dingl. p. J. XCIX. 397*.

W. de la Rue. Bemerkungen über die praktische Anwendung der Galvanoplastik. Dingl. p. J. XCIX. 371*; Technol. Febr. 1846. p. 212.

R. Böttger. Ueber die Gewinnung reinen Eisens in cohärenter Gestalt mittelst Galvanismus. Polyt. Notizbl. I. No. 4. p. 49*; Pogg. Ann. LXVII. 117*; Dingl. p. J. XCIX. 296*; Arch. d. sc. ph. et nat. I. 432*; Berl. Gewbl. XVIII. 178*.

Boch-Buschmann. Ueber die Darstellung reinen Eisens auf galvanoplastischem Wege. Dingl. p. J. 75*.

Theyer's Galvanographie. Enc. Zeitsch. d. Gew. wes. 1846. p. 275*; Inst. 1846.

Ueber das glyphographische Verfahren zur Nachahmung von Holzschnitten. Dingl. pol. J. XCIX. 237*.

v. Corvin-Wiersbitzki. Anweisung zur Glyphographie. Dingl. p. J. CI. 324*.

C. Piil. Die Chemitypie. Enc. Zeitsch. d. Gew. wes. 1846. p. 770*; Note d. Han. Gew. 1846. p. 26*; Dingl. p. J. C. 118*;

Woillez. Mémoire sur l'électroglyphie typographique, ou moyen d'obtenir à l'aide du galvanisme et sur un simple tracé direct, des types d'imprimerie remplaçant ceux du graveur sur bois. C. R. XXII. 924*.

Jacobi. Vorläufige Notiz über galvanoplastische Reduction mittelst einer magnetoelektrischen Maschine. Bull. de l'Ac. à St. Pét. V. 318*.

Giorgini. Liquido atto ad inargentare anche senza l'applicazione dell'elettrico. Racc. fis. chim. I. 315*.

R. Böttger. Erzeugung einer schönen gleichförmig matten Oberfläche beim Versilbern und Vergolden von Gegenständen auf galvanischem Wege. Pol. Notizbl. I. No. 11. p. 173*; Not. d. Han. Gew. 1846. p. 36*.

L. Elsner. Ueber die Herstellung der weifsen Farbe der auf galvanischem Wege versilberten Gegenstände. Polyt. Notizbl. I. No. 6. p. 95*; Verh. d. Gew.-Ver. in Pr. 1846.

Cavani. Relazione intorna a un metodo opportuno per conferire alle elettrodorature la maggiore consistenza ed eleganza. Racc. fis. chim. I. 369*.

L. Elsner. Ueber die sogenannten Contakt Silber- Gold- und Platina-

Salze. Polyt. Notizbl. I. No. 5. p. 75*; Berl. Gewbl. XVIII. 6*; Dingl. p. J. C. 124*.

L. Elsner. Ueber die Wiedergewinnung des Silbers und des Goldes aus Cyankaliumlösungen, welche zum Versilbern und Vergolden auf galvanische Weise längere Zeit hindurch angewendet worden sind. Dingl. p. J. XCIX. 302*; Berl. Gewbl. XVIII. 21. 68. 118. 142*.

R. Böttger. Wiedergewinnung des Goldes aus dem Rückstande der zu der galvanischen Vergoldung gedienten Goldcyankaliumlösung. Polyt. Notizbl. I. No. 2. p. 28*; Dingl. p. J. XCIX. 78*; Erdm. u. March. 1845. No. 21.

— n — Ueber Böttger's Methode zur Wiedergewinnung des Goldes. Journ. f. pract. Pharm. XII. Hft. 3. p. 183.

Hessenberg. Ueber die Böttger'sche Methode der Wiedergewinnung des Goldes aus unbrauchbar gewordener Goldcyankaliumlösung. Erdm. und March. XXXVIII. 255*; Pol. Notizbl. I. No. 13. p. 193*.

R. Restel. Ueber das von Böttger angegebene Verfahren zur Wiedergewinnung des Goldes aus Goldcyankaliumlösung, welche durch den Gebrauch fast erschöpft ist. Erdm. u March. XXXVIII. 169*; Pol. Notizbl. I. No. 14. p. 209*; Dingl. p. J. CI. 246*.

M. Herzog von Leuchtenberg. Verfahren bei Vergoldungen und Versilberungen auf galvanischem Wege die Quantität Gold und Silber kennen zu lernen, welche man angewendet. Bull. de l'Ac. à St. Pét. V. 28*; Pol. Notizbl. I. No. 2. p. 23*; Dingl. p. J. XCIX. 140*; C. 491*; Inst. No. 650. p. 212*; Berl. Gewbl. XIX. 101*.

Anweisung zur Vergoldung und Versilberung der Gegenstände durch einfache Berührung derselben mit Zink. Pol. Notizbl. I. No. 5. p. 65*; Bair. K. und Gewbl. 1845.

R. Böttger. Einfache Bereitungsweise des Kaliumkupfercyanürs behufs der galvanischen Verkupferung des Stahls und Eisens. Pol. Notizbl. I. No. 1. p. 3*.

Barral. Mémoire sur la précipitation de l'or à l'état métallique. C. R. XXIII. 35*; Inst. No. 653. p. 230*; Ann. d. ch. et d. ph. XVIII. 5*; Quesn. rev. sc. XXVII. 145*; Bull. d. l. soc. d'enc. 1846 p. 508. Dingl. p. J. CII. 30*.

Marianini. Lettera al professore Grimelli intorno all'ellettrometallurgia originale italiana e specialemente intorno alla metallocromia elettrica. Racc. fis. chim. I. 125*; Ind. econ. d. Modena 1845; Ann. d. Bologna 1845.

— — Lettera al prof. Grimelli intorno alla metallocromia elettrica. Racc. fis. chim. I. 131*; Ind. econ. d. Modena 1845; Ann. d. Bologna 1845*.

---

a. Galvanoplastik im eigentlichen Sinne.

Der Herzog v. Leuchtenberg giebt die Zusammensetzung der Normallösung, welche er in seinem Institute zu galvanoplastischen Zwecken verwendet, folgendermaſsen an: Eine ge-

sättigte neutrale Kupfervitriollösung, bei gewöhnlicher Temperatur von 1,2 sp. Gew. und 24° Baumé wird mit Wasser bis 20° oder 1,161 sp. G. und mit Schwefelsäure von 66° bis 22° oder 1,18 verdünnt. Um allen Lösungen immer wieder diese Zusammensetzung zu geben, müssen dieselben durch möglichst kurze Processe analysirt werden. Zu dem Ende bestimmt er den Kupfergehalt nach der vor Kurzem von Pelouze vorgeschlagenen Methode (C. R. 1846 No. 5.) und den Schwefelsäuregehalt durch Zusatz einer Chlorbaryumlösung von normaler Stärke, und Messung der Flüssigkeitsmenge, welche zur vollständigen Fällung erfordert wird.

Die Abhandlung des Hrn. Bianconi beschäftigt sich hauptsächlich mit äufserlichen Maafsregeln, welche dem Niederschlag die gehörige Gleichmäfsigkeit verschaffen sollen. Namentlich macht er darauf aufmerksam, dafs an sehr blanken Flächen sich das Kupfer leicht da niederschlägt, wo die ersten Kupfertheilchen sich abgelagert haben, so dafs man vor allen Dingen darauf sehen mufs, die Fläche zuerst, durch richtige Wahl der Elektroden, der Flüssigkeit etc., mit einem gleichmäfsigen Kupferschleier zu überziehen. (*Bz.*)

Von einem vorhandenen Metallspiegel macht Hr. Steinheil eine galvanische Copie von hinreichender Stärke, und überzieht diese, auf galvanischem Wege, mit einer dünnen Goldschicht, um das leicht oxydirbare Kupfer vor dem Anlaufen zu schützen. Die Goldschicht darf natürlich nur dünn sein, damit die Oberfläche des Spiegels nichts von ihrem Glanze verliert. — Die Lichtstärke des Spiegels soll durch die Vergoldung keine Schwächung erleiden.

Hr. W. de la Rue bespricht die verschiedenen Zustände der galvanoplastischen Fällungen, indem sich diese entweder deutlich krystallinisch, schwach krystallinisch, hämmerbar, sandartig oder schwammig zeigen, je nach der Stärke des ange-

wandten galvanischen Stromes, der Beschaffenheit der Unterlage, auf welcher sie erzeugt sind, der Concentration der elektrolysirten Flüssigkeit etc. — Es ist nicht zu läugnen, dafs die galvanoplastischen Fällungen, in Hinsicht der Dichtigkeit und Dehnbarkeit, die durch Feuer und Hammer erzeugten Metallarbeiten nicht erreichen können, indem diese ein möglichst homogenes Ganzes bilden, wogegen jene, durch Aneinanderreihen von Krystall an Krystall entstanden, gewissermafsen nur ein filzartiges Gefüge bilden, welches seine Cohärenz nur der aufserordentlichen Feinheit der Krystalle verdankt. Ganz richtig bemerkt daher der Hr. Verfasser, dafs zu gewissen Zwecken vielleicht für immer auf die Anwendung der Galvanoplastik zu verzichten sein möchte; obgleich es hinwieder nicht zu leugnen ist, dafs es zum gröfsten Theile wenigstens im richtigen Erkennen der Sache und in der Geschicklichkeit der Arbeiter liegt, auch in diesem Zweige der Kunst den möglichsten Grad der Vollkommenheit zu erreichen. Es versteht sich von selbst, dafs in einem möglichst constanten Strome, einer Lösung von möglichst unveränderlicher Sättigung, und einer fortwährenden Reinheit und Klarheit derselben (ohne Staubtheile) die ersten Haupterfordernisse zum Gelingen des Zweckes gegeben sind. Dann ist zu berücksichtigen, dafs die Dichtigkeit des Niederschlages mit dem der Unterlage in gleichem Verhältnisse steht, so dafs z. B. ein auf einer durch Graphyt oder metallische Pulver leitend gemachten Wachsmasse erzeugter Niederschlag nie die Dichtigkeit eines ebensolchen erhalten kann, welcher auf einer homogenen, spiegelblanken Metallfläche hervorgebracht ist. Ein einfacher Versuch wird diese Behauptung leicht veranschaulichen und bestätigen. Man nehme zwei Metalldrähte, von beiläufig Stricknadelstärke, lege dieselben an einander und drehe sie einigemale um sich selbst, so dafs sie beide zusammen eine langgestreckte Spirale bilden. Man bringe sie nun in den galvanoplastischen Apparat, um auf denselben einen Kupferniederschlag von beliebiger Stärke zu bilden. Nimmt man sie, sobald sie etwa die Stärke eines Bleistiftes erreicht haben, aus der Lösung und dreht sie in einer der Spirale entgegengesetzten Richtuug, so wird man finden, dafs die den beiden Drähten entsprechenden Kupfermassen nicht mit

einander verwachsen sind, sondern sich so von einander trennen lassen, als ob sie etwa nur durch einen starken Druck in ihre frühere Form zusammen gezwängt wären; wogegen die einzelnen Kupfermassen in sich selbst eine bedeutende Cohärenz zeigen. Ein ganz ähnliches Verhältniſs muſs also auch da eintreten, wo die Form eigentlich nur aus einer äuſserst dünnen Schicht unendlich vieler einzelnen, aneinandergefügten Metall- oder Graphytpartikelchen besteht, wie dies bei einer jeden nicht metallischen Form der Fall ist.

Die Eigenthümlichkeit galvanoplastischer Kupferplatten, daſs von denselben nicht mit Zinnoberfarbe gedruckt werden kann, indem sich der Zinnober, unter Ausscheidung von Quecksilber auf die Platte, zersetzt, schreibt Hr. de la Rue eben dieser porösen Struktur der Platten zu und glaubt, daſs die Reinheit des galvanoplastischen Kupfers dazu nichts beiträgt.

Hr. R. Böttger bestreitet eine frühere Behauptung des Hrn. Capitaine, daſs durch bloſses Kochen einer neutralen Lösung von Eisenchlorür mit Zink, sich metallisches Eisen fällen, am allerwenigsten eine cohärente Eisenmasse hierdurch gewinnen lasse. Durch folgendes Verfahren wurde dieser Zweck jedoch vollständig erreicht, obgleich die erhaltene Platte (Copie einer Medaille) eine auſserordentliche Sprödigkeit zeigte; woraus Hr. Böttger bezweifeln zu können glaubt, daſs die Gewinnung galvanoplastischer Eisenplatten jemals eine technische Anwendung finden werde. — Eine Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul-Ammoniak oder Ammoniumeisenchlorür, am besten jedoch ein Gemisch von beiden (durch Auflösung von 2 Gewichtstheilen Eisenvitriol mit 1 Gewichtstheil Salmiak in Wasser erhalten) wurde als Elektrolyt angewandt. Die Anode wurde durch eine thierische Membran von der Kathode getrennt und ein möglichst gleichförmiger Strom erhalten, so daſs sich keine Gasentwicklung an der Kathode zeigte. In wenig Augenblicken zeigte sich ein spiegelblanker Eisenüberzug, der in einigen Tagen bereits zu einer bedeutenden Stärke gelangt war.

Selbst durch bloſsen Zinkkontakt in der bis zum Sieden erhitzten Eisenlösung will Hr. Böttger ein blank geputztes Kupfer- oder Messingblech mit Eisen überzogen haben.

Hr. Boch, welcher sich ebenfalls mit der galvanischen Fällung des Eisens beschäftigt, hegt groſse Erwartungen von dieser Erfindung, indem er dadurch die Gravirungen in Stahl zu ersetzen glaubt.

Nach Versuchen der Hrn. Boch und Liett soll es den Anschein haben, als ob sich das auf galvanischem Wege erzeugte Eisen amalgamiren lieſse und Hr. Boch glaubt, daſs solche Eisenplatten sich durch Cämentation würden in Stahl verwandeln lassen.

Vielfache Versuche sind theils mit gröſserem, theils mit geringerem Erfolge seit der Erfindung der Galvanoplastik gemacht worden, dieselbe zur Anfertigung erhabener oder vertiefter Typen für die Druckerpresse zu verwenden, um die längst in Ehren bestehenden Künste des Kupferstechers, Holzschneiders, Lithographen u. dgl. aus ihrem Rechte zu verdrängen oder durch leichtere Ausführbarkeit und gröſsere Einfachheit des Verfahrens zu überflügeln. Die Vervielfältigung gestochener oder geätzter Kupferplatten auf galvanoplastischem Wege gab hierzu die erste Veranlassung. Keine der vielen neueren Methoden scheint sich indessen bis jetzt ein ganz entschiedenes Bürgerrecht erworben zu haben, obgleich manchen wohl ihre praktische Anwendbarkeit, — wenigstens innerhalb gewisser Grenzen, — nicht wird abgesprochen werden können. Man sehe hierüber die oben citirten Abhandlungen von Theyer, Corvin-Wiersbitzki, Pil, Woillez.

Hr. Jacobi legte zufolge eines Berichtes der Akademie zu Petersburg 2 kupferne Medaillen und 1 Kupferplatte vor, welche nicht durch Galvanismus, sondern durch Magneto-Elektricität erzeugt worden waren. Um der zu groſsen Kräftigkeit dieses

Apparates entgegen zu wirken, mufsten drei Zersetzungströge hintereinander eingeschaltet werden und dennoch zeigten sich die Wirkungen eines zu starken Stromes an den Niederschlägen. — Sollte sich die Anwendbarkeit der magneto-elektrischen Apparate in der Praxis bewähren, so möchten sie wohl geeignet sein, trotz des bedeutend höheren Preises bei ihrer Anlage, wegen ihrer konstanten Kraft und mancherlei Unbequemlichkeiten der hydroelektrischen Apparate diese zu verdrängen; worüber jedoch der bestimmte Entscheid fortgesetzten Versuchen und Erfahrungen vorbehalten bleiben mufs. (*Bns.*)

---

b. Galvanische Versilberung, Vergoldung, Verkupferung etc.

Hr. Giorgini schlägt die Anwendung einer ammoniakhaltigen Lösung zur Versilberung als die vortheilhafteste vor, und zwar giebt er deren Bereitung so an: Man stellt eine Lösung her von gleichen Theilen salpetersaurem Silberoxyd und kaustischen Ammoniak und setzt zu derselben eine Lösung von Cyankalium in destillirtem Wasser. Es entsteht ein krystallinischer Niederschlag, der aber beim Umrühren wieder verschwindet. Die Flüssigkeit ist vollkommen klar, und läfst sich auf manchen Metallen (z. B. Kupfer und Messing) ohne Anwendung einer Kette zur Versilberung benutzen, indem man sie auf die blank geputzte Fläche mehremal mit einem Pinsel aufstreicht, und das Metall jedesmal mit Weinstein und Wasser überputzt. (*Bz.*)

Hr. Böttger räth zur Erreichung dieses Zweckes eine Lösung von Chlorsilber in Cyankalium anzuwenden, die Lösung jedoch vorher bis zum Sieden zu erhitzen und eine nicht zu kräftige, aber wo möglich constant wirkende mehrpaarige Batterie anzuwenden. Die erwähnte Lösung ist zur Erreichung

[1] Seit einiger Zeit sind in England namentlich in Birmingham schon einige grofse Fabriken in Thätigkeit, in denen magneto-elektrische Apparate von aufserordentlichen Dimensionen zur Ausführung galvanoplastischer Arbeiten benutzt werden. K.

eines schönen Matt in der That ganz zweckmäſsig; das vorherige Erwärmen, bei gehöriger Reinheit und Concentration derselben aber wenigstens überflüssig. Zur Erreichung einer gröſsern Haltbarkeit der Versilberung, bei eben so schönem Matt, ist indessen eine Lösung von Cyansilber in Cyankalium jedenfalls vorzuziehen. (Man sehe hierüber den vorigen Jahrgang dieses Berichtes.) — Zur Hervorbringung einer schön matten Vergoldung schlägt derselbe eine Lösung von Goldoxydammoniak (Knallgold) in Cyankalium, unter Zusatz von Aetzkali vor, wie dieselbe ebenfalls bereits in unserem vorjährigen Berichte besprochen.

Um bei galvanischen Versilberungen eine weiſse Farbe zu erhalten, sollen nach Hrn. Elsner die Gegenstände mit geglühtem Weinstein (schwarzem Fluſs), welcher mit wenig Wasser zu einem dicken Brei angerührt worden, nachdem sie mit vielem Regenwasser abgespült worden, bestrichen und über Kohlenfeuer so lange erwärmt werden, bis der Brei vollständig trocken geworden. Darauf werden die so behandelten Stücke in Wasser erhitzt, zu welchem man etwas Weinstein gesetzt hat. Diese Operation soll nöthigenfalls wiederholt werden, bis die Gegenstände ihm weiſse Farbe wieder erhalten haben, worauf sie in Sägespänen oder durch Eintauchen in kochendes Wasser getrocknet werden.

So behandelt sollen sie gegen das Nachgelben geschützt sein, falls sie nicht durch Ausdünstungen von Schwefelwasserstoff afficirt werden. Statt des Kochens mit Weinstein soll man sich auch eines Zusatzes von Schwefelsäure zum Wasser bedienen können. (*Bns.*)

Nach einem Bericht der Hrn. Marianini und Grimelli ist es Hrn. Cavani gelungen, durch einen eigenthümlichen Proceſs die galvanische Vergoldung fester haften zu machen, und ihre Farbe mit gröſserer Sicherheit zu bestimmen, als dies bisher geschehen ist. Die Gegenstände werden zuerst leicht vergoldet, getrocknet, mit Wachs überzogen, und dasselbe im Feuer abge-

brannt. Diese Operation, bei welcher das Wachs in die Poren des Goldes eindringt, und dasselbe befestigt, wird nach Bedürfniſs wiederholt. Hr. Cavani will diese Behandlung mit Wachs auch zum Zusammenlöthen von Metallen, Oxyden und Salzen, deren Flächen durch das abbrennende Wachs zu Metallen reducirt und in diesem Zustande geschmelzt werden, anwenden.

(*Bz.*)

Hr. Dr. Elsner hatte Gelegenheit drei verschiedene Salze zu analysiren, welche zur sogenannten Contakt-Vergoldung und Verplatinirung im trocknen Zustande in den Handel kommen. Das Silbersalz bestand aus salpetersaurem Kali, Cyankalium und Cyansilber (durch Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd in Cyankalium und Abdampfen der Flüssigkeit zur Trockniſs erhalten). Das Platinsalz enthielt Platinchlorid und Chlornatrium.

Das Goldsalz zeigte sich als ein neutrales Gemenge von Kaliumeisencyanür, Chlorkalium und Cyangold, dadurch dargestellt, daſs zu einer überschüssigen Menge von Kaliumeisencyanür eine Goldchloridlösung gesetzt, die Mischung bis zum Kochen erhitzt, vom gebildeten Niederschlag abfiltrirt und die Mischung zur Trockniſs abgedampft war.

Hr. Elsner giebt zum angeführten Zwecke mehrere Methoden, sowohl auf nassem, wie auf trocknem Wege an. Auf nassem Wege legt derselbe die Fällbarkeit des Silbers durch Salzsäure als Chlorsilber, aus der betreffenden Cyandoppelverbindung zum Grunde, wobei, falls die Lösung gleichzeitig etwas Kupfer enthielt, dies als Kupfercyanür mit gefällt wird, und den Niederschlag von Chlorsilber röthlich färbt. Durch Kochen mit Salzsäure soll die Kupferverbindung entfernt und endlich das reine Chlorsilber, wie gewöhnlich, durch Schmelzen mit Pottasche reducirt werden. — Eine Kalium-Gold-Cyanverbindung mit Salzsäure behandelt, läſst gelbes Cyangold fallen, welches unter Umständen ebenfalls durch Cyankupfer, Cyansilber und Cyaneisen verunreinigt sein und dadurch anders gefärbt erscheinen kann. Die Fällung geschieht indessen nicht ganz vollständig und die saure

Flüssigkeit enthält daher noch etwas Gold. — Der ausgesüfste und getrocknete Niederschlag soll nun mit Königswasser behandelt werden, wodurch unter Abscheidung von Chlorsilber die übrigen Metalle gelöst werden. Aus dieser Lösung wird nun das Gold durch Eisenvitriol regulinisch gefällt.

Störend und hinderlich tritt bei der Fällung der Metalle aus Cyanverbindungen auf nassem Wege die Entwicklung der Blausäure auf; auch enthalten solche längere Zeit gebrauchte Lösungen gewöhnlich nicht unbeträchtliche Mengen kohlensaures Kali, durch die Zersetzung des Cyankaliums erzeugt. Bei der Behandlung solcher Flüssigkeiten mit Säuren entsteht daher gewöhnlich ein starkes Aufschäumen, woraus sehr leicht Verluste entstehen können. Die Wiedergewinnung der edlen Metalle aus alten Rückständen geschieht daher gewifs am einfachsten und bequemsten auf trocknem Wege.

Um das Silber auf trocknem Wege auszuscheiden, soll die Flüssigkeit zur Trocknifs verdampft und, nach Hrn. Elsner, bei Rothglühhitze verschmolzen werden, wobei das Silber im porösen Zustande ausgeschieden wird. Beim darauf folgenden Auslaugen mit Wasser wird indessen von dem fein zertheilten Silber, durch das noch unzersetzte Cyankalium wieder etwas aufgelöst, welches nachher durch Salzsäure ausgeschieden werden mufs. Es ist daher jedenfalls zweckmäfsiger, die Schmelzung des eingedampften Rückstandes bei so starker Hitze vorzunehmen, dafs das ausgeschiedene Silber in einen compakten Regulus zusammenfliefst, welcher dann, nach der Zertrümmerung des erkalteten Tiegels, durch einige Schläge ohne alle Mühe von der silberfreien Schlacke getrennt werden kann. Diese Methode ist in der That so praktisch, dafs sie nichts zu wünschen übrig läfst. Der erhaltene Regulus enthält natürlich die Beimengungen von allen übrigen Metallen, welche als Verunreinigung der Silberlösung beigemengt waren, und mufs von diesen nach bekannten Methoden getrennt werden.

Bei Einhaltung eines ganz ähnlichen Verfahrens kann man auch aus Goldlösungen den Metallrückstand wiedergewinnen.

Vortheilhafter erscheint jedoch das folgende auch von Hrn. Elsner erwähnte Verfahren des Hrn. R. Böttger. Nach-

dem die Goldlösung zur Trocknifs eingedampft, wird der trockne Rückstand mit einem gleichen Volumen Bleiglätte vermengt und in einem bedeckten hessischen Tiegel heruntergeschmolzen. Durch das vorhandene Cyankalium wird das Bleioxyd reducirt und es sammelt sich auf dem Boden des Tiegels eine Gold-Bleilegirung, welche nach dem Erkalten durch Zerschlagen des Tiegels von der Schlacke getrennt wird. Diese Legirung wird mit salzsäurefreier Salpetersäure behandelt, welche das Blei (auch Kupfer und Silber) auflöst, während das Gold als brauner, pulver- oder schwammförmiger Rückstand ungelöst bleibt.

Diese Methode ist durch ihre Einfachheit, Zuverlässigkeit und Wohlfeilheit so sehr zur praktischen Anwendung geeignet, dafs sie fast gar keinen Widerspruch zuläfst. Referent kann dies durch eigne Erfahrung zur Genüge bestätigen, indem dies Verfahren, seit seinem Bestehen, oftmals und ausschliefslich mit vielem Vortheile in seinem eignen Geschäfte angewandt wurde. Dennoch ward dasselbe der Gegenstand eines Angriffes im Jahrb. f. prakt. Pharm. durch einen mit — *n* — unterzeichneten Artikel, welcher jedoch durch die Herren Frdr. Hessenberg und R. Restel gewürdigt und mit Recht zurückgewiesen wird.

Nach der Angabe des Herzogs von Leuchtenberg soll sich die betreffende Lösung in einem genau graduirten Gefäfse befinden, so dafs sie jeden Augenblick gemessen werden kann. Von dieser Flüssigkeit soll nun eine gegebene Menge, etwa 1 Deciliter, sowohl vor wie nach der Operation der Analyse unterworfen, daraus die Quantität des edlen Metalles in der ganzen Menge der Flüssigkeit berechnet und aus der Differenz des Gehaltes der beiden Analysen die Menge des gefällten Silbers oder Goldes bestimmt werden. — Zur Analyse der Goldlösung soll die eingedampfte Masse im tarirten Platintiegel mit Schwefelsäure übergossen, wiederum eingedampft und geglüht werden, worauf man durch Auswaschen das erzeugte schwefelsaure Kali vom ausgeschiedenen Golde trennt und letzteres wägt. — Die eingedampfte Silberlösung soll für sich im Porzellantiegel geschmelzt und das ausgeschiedene

metallische Silber durch Auswaschen von der Salzmasse getrennt und ebenfalls gewogen werden. — Eine jede Analyse ist eine Operation, welche nur in der Hand des geübten Chemikers genügende Resultate liefert. Ueberdies ist das ganze Verfahren zu umständlich für die praktische Anwendung und möchte sich daher aus diesen Gründen, trotz seiner sonstigen Ausführbarkeit und annähernden Sicherheit, schwerlich Eingang in den technischen Betrieb erwerben. Der sicherste Weg zur Erkennung der Menge des gefällten edlen Metalles ist bei kleineren Gegenständen immer die Waage, bei gröſseren die Bussole, und besonders bei Anwendung der letzteren arbeitet man in dieser Hinsicht mit einer Sicherheit, die nicht zu übertreffen ist.

Zur Darstellung der Gold- und Silber-Lösungen zu galv. Zwecken werden im Bair. K.- u. Gewbl. folgende Vorschriften gegeben: *a*) Goldlösung. 1 Dukaten wird in Königswasser gelöst, die überflüssige Säure abgedampft, das erhaltene Chlorgold in Regenwasser gelöst und diese Lösung mit einer anderen klaren Lösung vereinigt, welche aus 1¼ Loth Cyankalium, 1¼ Loth Kochsalz, 1 Loth kryst. Soda und 2 Pfd. Wasser bereitet ist. *b*) Silberlösung. ¼ Loth Silber wird in Salpetersäure gelöst und durch Fällung mit Kochsalz in Chlorsilber verwandelt. Dieses wird ausgewaschen und mit 4 Loth Salmiakgeist übergossen. Dies Gemisch setzt man alsdann zu einer erwärmten Lösung aus 2¼ Loth Cyankalium, 2¼ Loth krystallisirter Soda, 1 Loth Kochsalz und 2 Pfd. Wasser. Das Ganze soll etwa eine halbe Viertelstunde kochen, worauf es filtrirt wird.

Behufs der Anwendung dieser Lösungen werden dieselben in Glas- oder Porzellangefäſsen erhitzt und die gereinigten Kupfer-, Messing- oder Neusilbergegenstände hineingelegt, worauf man sie an mehreren Stellen mit blanken Zinkstäbchen berührt. —

Zur Erreichung einer leichten Vergoldung oder Versilberung ist das Verfahren durch Zinkkontakt in vielen Fällen genügend; doch ist es im Vergleiche mit der Anwendung der Batterie immer ein sehr unvollkommenes.

Nach der Untersuchung des Hrn. Rammelsberg geht das Cyankalium mit dem Kupfercyanür in zwei verschiedenen Verhältnissen Verbindungen ein, damit ein leichtlösliches Salz, aus 3 Atomen Cyankalium mit 1 At. Kupfercyanür bestehend, und ein schwerlösliches, aus gleichen Atomen beim Cyanür bestehend, bildend. Das leichtlösliche Salz, welches sich besonders zur Verkupferung eignet, krystallisirt in Rhomboëdern, während das schwerlösliche in ganz dünnen, flachen, oft nadelförmig verlängerten Prismen krystallisirt und beim Uebergiefsen mit kaltem Wasser, unter Abscheidung von schneeweifsem Kupfercyanür zersetzt wird, indem sich das leichtlösliche Doppelcyanür auflöst. — Bei den gewöhnlichen Bereitungsweisen der gebräuchlichen Kaliumkupfercyanürlösungen sollen sich nun gewöhnlich beide Verbindungen gleichzeitig bilden, wobei sich das schwerlösliche Salz der concentrirten Lösung zuerst in glimmerartigen Blättchen abzuscheiden pflegt, während das andere (leichtlösliche) aus der weiter eingedampften Mutterlauge oft in grofsen Rhomboëdern herauskrystallisirt.

Hr. Böttger stellte nun weitere Versuche über diesen Gegenstand an, um zu ermitteln, unter welchen Bedingungen mehr von dem einen oder von dem andern Salze gebildet wurde. Es ergaben sich folgende Resultate: Durch Digestion von feinzertheiltem metallischem Kupfer (durch Fällung einer angesäuerten kochenden Kupfervitriollösung mit Zink dargestellt) mit Cyankaliumlösung bildete sich ausschliefslich das leichtlösliche Salz. Wasserfreies rothes Kupferoxydul (durch Behandlung einer Kupfervitriollösung mit Milchzucker und Aetzkali erhalten), mit einer Cyankaliumlösung digerirt, lieferte ausschliefslich das schwerlösliche Salz. Schwarzes Kupferoxyd ebenso behandelt lieferte beide Verbindungen gleichzeitig, die schwerlösliche jedoch in überwiegender Menge.

Hr. Böttger schlägt hiernach vor, zur Darstellung einer geeigneten Kupferlösung, zum allerfeinsten Staub zerriebene Kupferasche mit einer concentrirten Lösung von Cyankalium, bei einer Temperatur von 70° R. $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ Stunden zu digeriren und darauf die wasserhelle Lösung abzufiltriren. Befördert man diese Lösung durch Abdampfen zur Krystallisation, so schiefst erst das schwer-

lösliche Doppelsalz an und nach Entfernung desselben und weiterem Abdampfen das leichtlösliche Doppelsalz in grofsen Rhomboëdern.

Zur Anwendung als Verkupferungsflüssigkeit soll es schon genügen die Kupferasche mit einer Lösung von 1 Theil Cyankalium in 6 Theilen Wasser ½ Stunden zu digeriren, die Lösung abzufiltriren und mit noch einem gleichen Raumtheil Wasser zu verdünnen.

Ueber den Vorgang bei der Vergoldung durch blofses Eintauchen nach der Elkington'schen Methode in die Lösung eines Gemisches von Goldchlorid und doppeltkohlensaurem Kali oder Natron in Wasser, herrschten bisher zwei verschiedene Meinungen. Die Hrn. Wright und Elkington nahmen an, dafs, durch den Einflufs des Bicarbonates und anderer organischer Substanzen auf das Goldchlorid, ein Chlorgold im Minimum von Chlor gebildet würde. Hr. Dumas trat dieser Meinung bei, indem er hinzufügte, dafs bei der Vergoldung unter Abscheidung eines Atomes metallischen Goldes das freiwerdende Chlor sich eines Atomes Kupfer von dem zu vergoldenden Gegenstande bemächtigte. Herr Figuier bestritt diese Annahme, indem er behauptete, dafs das Protoxyd des Goldes sich in dem Maafse ausschiede, als es sich erzeugte, wobei es den schwarzen Niederschlag hervorbringt, welche sich bei dieser Art der Vergoldung immer zeigt. Auch stellte er die Meinung auf, dafs sich ein höheres Goldoxyd bilde, als die Goldsäure, welches jedoch von sehr geringer Beständigkeit und daher besonders zu dieser Art Vergoldung geeignet sei. So würde die Vergoldung einestheils durch die Zersetzung einer sehr niedrigen, anderentheils einer sehr hohen Oxydationsstufe des Goldes hervorgebracht.

Herr Barral hat nun durch Versuche dargethan, dafs die Ansicht des Hrn. Dumas die richtige ist, und dafs das alkalische Bicarbonat lediglich dazu dient, die bei der Vergoldung frei werdende Säure zu neutralisiren, ohne das Chlorid in eine niedrigere Chlorstufe zu reduciren.

Der schwarze Niederschlag, welcher sich in der Lösung er-

zeugt, wurde als aus kohlensaurem Kalk, Kupferoxyd und Cassius'schem Purpur bestehend erkannt. Das Zinn rührte von den Zinnlöthungen der Bijouterieen her.

Da diese Art der Vergoldung lediglich auf einer chemischen Action beruht, so muſs die Goldschicht desto dünner ausfallen, je gleichförmiger und dichter dieselbe ist, d. h. bis der zu zersetzenden Flüssigkeit kein Kupfer mehr dargeboten wird, welches wiederum von der Reinheit der zu vergoldenden Metalloberfläche abhängt. Eine schlecht gereinigte Metallschicht bedingt eine undichtere Ablagerung der Goldschicht und die Zunahme der Stärke derselben ist in dem Maaſse weniger begrenzt, als der Lösung der Zutritt zum Kupfer freigegeben ist. Verbindet man die gereinigten zu vergoldenden Gegenstände mit einem anderen, weniger gereinigten Stücke Kupfer, so tritt derselbe Fall ein; es bildet sich ein einfaches, galvanisches Element und die Dicke der Goldschicht läſst sich hierdurch bedeutend verstärken. (*Bns.*)

Die von Nobili gemachte Entdeckung der Metallochromie bietet bekanntlich immer Schwierigkeiten dar, wenn man eine Fläche mit einer gleichmäſsig dicken Schicht bedecken, d. h. einfarbig herstellen will. Herr Marianini hat dies ebenfalls gefunden, wenn er, wie man gewöhnlich that, der Fläche eine Reihe von Drahtspitzen gegenüberstellt, wenn dieselbe auch möglichst in eine Ebene gebracht waren. Es gelang ihm aber leicht, sobald er statt derselben eine Messingplatte nahm, an deren Rückseite ein Draht gelöthet war, ihre Vorderseite firniſste und diese Firniſsschicht durch irgend eine Zeichnung unterbrach, so daſs er viele Punkte erhielt, welche die Stelle der Elektroden vertraten, und vollständiger in einer Ebene lagen. In einem späteren Bericht hat Herr Marianini dies noch vervollkommnet. Wenn nämlich die Schicht, welche die beiden Platten trennt, nicht ein Isolator ist, sondern ein Körper, der, wie Papier, die Flüssigkeit durchdringen läſst, so erhält man verschiedene, aber gleichmäſsige Färbungen, je nach der Anzahl der Papierlagen, welche zwischen die Platten gebracht sind. Dabei kann man

in einem oder mehren der Blätter Figuren ausschneiden, und so farbige Zeichnungen auf andersfarbigem Grunde erhalten. (*Bz.*)

Dr. W. Beetz. Brauns.

6. Elektrophysiologie.

I. Einwirkung der Elektricität auf Organismen.

A. Auf Pflanzen.

Pelletier fils. Note sur les phénomènes que peuvent présenter les arbres soumis à l'influence d'un nuage chargé d'une puissante tension électrique. Quesn. rev. sc. XXIII. 219*.

(Elektrocultur.)

Andrew Fyfe. Versuche über Elektrocultur. Dingl. p. J. XCIX. 378*; Ed. J. XL. 143*; Arch. d. sc. phys. et nat. II. 292*; Sillim. J. 1846. I. 449*.

Pearsall. De l'Electroculture; extrait du Rapport fait par M. P. à la Société philosophique et littéraire de Hull Arch. d. sc. ph. et nat. II. 293*; Electr. Mag. April.

W. Sturgeon. An Account of some Experiments on the Electro-Culture of Farm Crops. Phil. Mag. XXVIII. 223*.

J. C. Robertson (Ed. M. M.). Mech. mag. XLIV. 267*.

John Harrison ibid.

Dutrochet. Le Magnétisme peut-il exercer de l'influence sur la circulation du Chara? C. R. XXII. 619*, Pogg. Ann. LXIX. 80*.

B. Auf Thiere.

a. Reizversuche.

Matteucci. Elektrophysiological Researches. Fourth Memoir. On the physiological action of the electric current. Phil. Trans. 1846. P. IV. 483*; Phil. Mag. XXIX. 408*; Ann. d. Ch. et d. ph. 3. S. XIX. 52*; C. R. XXIII. 356*; Inst. No. 659. p. 277*. No. 679. p. 4*; Arch. d. sc. phys. et nat. II. 399*; Fror. Not. 1847. 3. R. No. 5. 65*.

Ed. Weber. Ueber Muskelbewegung in Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie mit Rücksicht auf physiologische Pathologie. Bd. III. Abth. 2. S. 1*; Müll. Arch. 1846. S. 483*. (E. H. Weber, Ueber Ed. Weber's Entdeckungen in der Lehre von der Muskelcontraction).

b. Wirkung des Blitzschlages.

D'Hombres Firmas. Notice sur un effet extraordinaire de la foudre. C. R. XXIII. p. 1060*.

c. Elektrotherapeutik.

Bonnafoux. Surdité complète survenue à la suite d'une fracture comminutive du crâne et guérison de cette affection par l'action du galvanisme etc. C. R. XXII. 538*.

Pétrequin. Nouvelle Méthode pour guérir certains anévrismes sans opération à l'aide de la galvanopuncture artérielle. 1 feuille in - 8°. (C. R. XXII. 569*); C. R. XXIII. 306*.

II. Entwickelung von Elektricität in Organismen.

A. In Pflanzen.

P. Riess. Ueber den Ursprung der atmosphärischen Elektricität. Pogg. Ann. LXIX. 286*; Arch. d. sc. phys. et nat. III. 392*.

B. In Thieren.

a. Elektromotorische Fische.

Matteucci. Recherches électrophysiologiques. C. R. XXIII. 356*; Arch. d. sc. phys. et nat. II. 399*; Inst. No. 659. p. 277*; Fror. Not. 1847. 3. R. No. 5. S. 65*.

Ch. Robin. Recherches sur un Organe particulier qui se trouve dans les poissons du genre des Raies. C. R. XXII. 821*; Arch. d. sc. phys. et nat. II. 312*.

b. Der sogenannte Frosch- und Muskelstrom nebst der *Contraction induite* Matteucci's.

Matteucci. Courant musculaire. Ann. d. Ch. et de ph. 3. S. XVIII. 109*.

— — Du courant propre de la grenouille. Ibid. p. 114*.

— — De la contraction induite. Ibid. 120*.

— — On Electrophysiology. Rep. of the Brit. Ass.; Sill. Am. Journ. 2. S. III. 111*; Athenaeum. Sept. 26, 1846; Inst. No. 678. p. 438*.

c. Elektrische Ströme in den Nerven.

Élie Wartmann. Sur la non-existence de courants électriques dans les nerfs. Arch. d. sc. ph. et nat. I. 422*; Inst. No. 652. p. 228*; Bull. de Brux. XIII. 1. 320*; Inst. No. 660. p. 290*.

d. Anhang.

Bullar. Identité de certaines lois vitales et électro - magnétiques. Inst. No. 678. p. 438*; Athen. 1846.

Ducros. „Le fer de l'hématosine du sang offre des propriétés magnétiques appropriées à la vie, et il est l'agent essentiel de la circulation chez les monstres acardes, chez les entozoaires à sang rouge, et chez l'homme ou les animaux à coeur devenu osseux ou cartilagineux." C. R. XXII. 333*.

Ducros. Mémoire sur les propriétés magnétiques du fer contenu dans le sang et sur le rôle que jouent ces propriétés dans la circulation de certains êtres normaux ou anormaux. C. R. XXIII. 306*.

(Angélique Cottin)

C. R. XXII. 306*; Inst. No. 633. p. 58*; 634. p. 65*; C. R. XXII. 377. 415*; Inst. No. 636. p. 82*.

Tanchou. Enquête sur l'authenticité des Phénomènes électriques d'Angélique Cottin. In 8°. (C. R. XXII. 614*).

Dieselben Umstände, mit deren Darlegung ich den vorjährigen Bericht über Elektrophysiologie eingeleitet habe, fahren noch heute zu gelten fort. Mein daselbst angekündigtes Werk ist zwar der Vollendung nahe, aber noch nicht erschienen. Es ist mir nach wie vor unmöglich, den dort gegebenen Auseinandersetzungen vorgreifend, die mannigfaltigen zum Bericht vorliegenden Leistungen von dem Standpunkte zu beleuchten, auf den mich meine eigenen Untersuchungen gestellt haben mögen. Ich mufs es, wie im vorigen Jahre, bei einigen Bemerkungen der Art bewenden lassen, wie sie sich auch ohne die Kenntnifs meiner Ergebnisse von selbst aufdrängen, und wie sie ausreichen, Bezug und Gewicht der Arbeiten, an die sie sich anschliefsen, bis auf Weiteres deutlich zu machen.

In Betreff der Anordnung des Stoffs fahre ich fort, mich an das im ersten Bericht bereits entworfene Schema zu halten.

I. Einwirkung der Elektricität auf Organismen.

A. Auf Pflanzen.

Pelletier, der Sohn. Ueber den Einflufs der Gewitterwolken auf Bäume.

Der Verfasser sucht durch theoretische Betrachtung die Erscheinungen zu zergliedern, welche Bäume unter der Einwirkung einer mit Elektricität geladenen Wolke möglicherweise darbieten können. Ist der Baum isolirend, so nimmt er selbst eine dem Zeichen nach der der Wolke entgegengesetzte Ladung an. Ist er es nicht, so strömt er unablässig diese entgegengesetzte Elek-

tricität aus, und sein Stamm wird somit der Sitz eines Stromes. Ist er als Halbleiter zu betrachten, so wird beides zusammen stattfinden, indem durch den Stamm fortwährend die durch den Wipfel verlorne Spannung wieder bis zur beständigen Höhe ergänzt wird. Hr. Pelletier glaubt aber, dafs die Spannung weit genug gedeihen könne, um den Baum zu entwurzeln und in die Luft zu schleudern, und dafs die Strömung in dem Stamme (wohlverstanden ohne Blitzschlag) so stark werden möge, dafs die in Dampf verwandelten Säfte denselben in unzählige Fasern zersplittern, in den Zustand eines Reisbesens versetzen. Hr. Pelletier glaubt aber auch nicht minder, dafs die Elektricität einer Wolke im Stande ist, die Blutzellen aus den Haargefäfsen eines lustwandelnden Menschen herauszuziehen und sie in sein Unterhautbindegewebe zu verstreuen, wo sie zu Ekchymosen Anlafs geben sollen!

Elektrocultur.

Das Irrlicht der Elektrocultur, mit dem die Theorie wohl schneller fertig geworden wäre, hat den Empirikern der „praktischen Nation" allem Anschein nach viel Zeit, Mühe und Geld gekostet. Wir erfahren nachträglich durch Hrn. Robertson, den Herausgeber des *Mechanic's Magazine*, dafs im Jahre 1845 nicht weniger als 1000—1200 Versuche zur Prüfung dieses neuen Dungmittels in allen Theilen des vereinigten Königreiches angestellt worden sind. *„The uniform result has been disappointment and failure."* Von den drei uns vorliegenden Nachrichten lauten denn auch zwei, die des Hrn. Fyfe und die des Hrn. Pearsall in diesem Sinne.

Hr. Fyfe theilt zuerst Versuche nach Forster's Vorschrift mit (S. den vorjährigen Bericht S. 502.), welche ganz verneinend ausfielen. Ein Gärtner, welcher nicht wufste, wie die Drähte gelegt worden waren, wurde zum sachverständigen Richter über das Gedeihen der Kohlstauden inner- und aufserhalb des Forster'schen Zauberkreises bestellt. Er schnitt aber die reifen Köpfe aus, ohne auch nur die mindeste Rücksicht auf das System der isoëlektrischen Curven in dem Erdreich wahrnehmen

zu lassen. Hr. Fyfe überzeugte sich sodann, dafs, den Behauptungen Forster's zuwider, die nach des Letzeren Angabe angelegten Drahtleitungen gar keine Wirkung weder auf das Galvanometer, noch auf das Elektroskop ausüben. Endlich stellte Hr. Fyfe auch noch Versuche mit dem Ross'schen Verfahren an, welches darin besteht, den Strom eines einfachen Plattenpaares durch die Beete gehen zu lassen. Allein auch diese zahlreichen und sorgfältigen Erfahrungen blieben ohne allen bejahenden Erfolg.

Nicht glücklicker ist, wie schon bemerkt, Hr. Fr. Pearsall selbst gewesen; er beruft sich aber aufserdem auf die ebenso ungünstigen Ergebnisse der Hrn. Mansfield, Harrison, J. Mechi und W. Torr.

Hingegen Hr. W. Sturgeon erzählt noch, in einem durch Hrn. Christie der *Royal Society* mitgetheilten Schreiben, von einem auffallend üppigen Graswuchse in einem nach der Forster'schen Angabe mit unterirdischen Drähten eingefafsten Stücke Wiesenland.

Dutrochet. Ob der Magnetismus einen Einflufs auf den Saftumlauf der Charen zu äufsern vermöge?

Noch immer übt sich der Scharfsinn der Pflanzenphysiologen vergebens an der wunderbaren Bewegungserscheinung, welche der grüne gekörnte Inhalt der Internodien von Chara dem bewaffneten Auge darbietet. Es ist auch nicht das erste Mal, dafs Hr. Dutrochet seine Aufmerksamkeit diesem grofsen Räthsel zugewendet hat. Er hat schon früher in Gemeinschaft mit Becquerel, über den Einflufs elektrischer Ströme auf die Saftbewegung der Charen Versuche angestellt, aus welchen sich ergab, dafs wenn man immer stärkere Ströme zu Hülfe nimmt, endlich ein Punkt kommt, wo die Bewegung eine Zeitlang stockt; nach wenigen Minuten indefs fängt sie wieder an, stockt abermals auf kurze Zeit, wenn der Strom von Neuem verstärkt wird u. s. w. Dieselben augenblicklichen Hemmungen lassen sich durch plötzliche Verminderung der Stromstärke um einen hinreichend grofsen Bruchtheil erzeugen. Es

gehe daraus hervor, dafs der Aufenthalt im elektrischen Strome auf den Kreislauf der Chara genau denselben Einflufs ausübe, wie jeder andere Reiz; denn auch bei Erhöhung der Temperatur stocke zuerst die Bewegung und fahre dann nach einer gewissen Zeit fort, ebenso bei Anwendung von Salzwasser u. d. m.[1]

Jetzt hatten wohl Faraday's überraschende Erfolge in Anwendung grofser magnetischer Kräfte den Verfasser zu Erwartungen hingerissen, deren geringe innere Begründung jedoch der Versuch sehr bald aufdecken mufste. Unter der Einwirkung der Pole eines Pouillet gehörigen sehr kräftigen Elektromagnetes, dem der Strom einer fünfziggliederigen Bunsen'schen Säule eine muthmafsliche Tragkraft von 2000 Kilogramm verlieh[2], wurde der Charastiel unter dem Mikroskope beobachtet. Welche Stellung aber auch demselben gegen einen oder beide Pole des Magnets gegeben werden mochte, weder beim Schliefsen, noch beim Oeffnen der Kette, noch endlich beim Umsetzen des Stroms gab sich die geringste Wirkung kund.

Daraus, dafs die Elektricität sich gegen die Saftbewegung der Charen als Reiz verhält und dafs der Magnetismus keinerlei Wirkung auf sie ausübt, schliefst Hr. Dutrochet, wie mir scheint, nicht mit völlig bindender Gewifsheit, dafs jene Bewegung von der Lebenskraft herrühre und dafs also dieser allerdings, der Meinung Einiger entgegen, Wirklichkeit zukommen müsse.

1 Ann. d. Sc. nat. 2. S. IX. 80*; — Becquerel, Traité expérimental de l'Électricité et du Magnétisme. VI. 1. 1840. 250*.

2 Er ist beschrieben C. R. XXII. 146*, und hat Pouillet zur Wiederholung der neuen Faraday'schen Versuche gedient.

B. Auf Thiere.

a. Reizversuche.

Matteucci, Elektrophysiologische Untersuchungen. Vierte Abhandlung. Ueber die physiologische Wirkung des elektrischen Stromes.

Im Jahre 1798 machte J. W. Ritter in Jena, dem die Lehre von den physiologischen Wirkungen des elektrischen Stromes so viel verdankt, folgende Thatsachen bekannt in seiner Schrift: „Beweis, dafs ein beständiger Galvanismus den Lebensprocefs in dem Thierreich begleite."

Wenn man einen Froschschenkel eine halbe bis mehrere Stunden lang in einer geschlossenen Kette liegen läfst, so erscheint, nach Verlauf dieser Zeit, seine Erregbarkeit verändert im Verhältnifs zu der eines ursprünglich gleichen Schenkels, der ebensolange in einer offenen Kette gelegen hat. War der Strom in dem Nerven absteigend, so erfolgt alsdann entweder nur noch schwache, oder gar keine Zuckung beim Oeffnen und Wiederumschliefsen der Kette; war er hingegen aufsteigend,[1] so sieht man nicht nur, wie dort die Zuckung immer schwächer wurde, dieselbe hier, mit zunehmender Dauer der Schliefsung, immerfort an Stärke zunehmen, sondern zuletzt beschränke sich die Reaction auf das Oeffnen der Kette nicht mehr auf eine einzelne Erschütterung; der Schenkel geräth in Tetanus, aus dem er „mehr durch ein gleichförmiges, obschon auch zum Theil durch kleine oscillirende Zusammenziehungen unterbrochenes Abnehmen ... die vorige Ruhe wieder erhält. Dieses kommt aber, wenn die Kette erst ohngefähr eine Stunde und später nach der ersten Schliefsung geöffnet wird, nicht sobald, sondern erst nach bisweilen eine Minute und darüber dauernder Zeit, zu Stande. Fürchterlich ist oft die Spannung, welche alle Muskeln während dieser Zeit erleiden, und doch kann man sie den Augenblick aufheben, wenn man die Kette von Neuem schliefst: der Schen-

[1] Ueber den Sinn dieser Ausdrücke, wodurch ich das „direct" und „inverse" Nobili's (Ann. d. ch. et d. ph. Mai 1830. XLIV. 65*.) wiederzugeben pflege, s. den vorjährigen Bericht S. 540.

kel sinkt in tiefen Schlaf zurück, aus dem er aber mit jeder neuen Trennung eben so schrecklich wieder geweckt wird.“ (S. 119—121.)

Wird eine Kette so angeordnet, dafs darin zwei Schenkel mit ihren Nerven befindlich und beziehlich dem auf- und absteigenden Strome ausgesetzt sind, so beobachtet man, in einem Versuche, beide entgegengesetzte Erfolge auf einmal. Kehrt man in beiden die Strömungsrichtung um, so erhält man, bei der Schliefsung, eine heftige Zuckung in dem früher aufsteigend durchflossenen Schenkel; bei der Trennung bleibt vorerst der früher absteigend, jetzt aufsteigend durchkreiste Schenkel ruhig. Allein sehr bald verschwindet die Trennungszuckung in dem jetzt absteigend, die Schliefsungzuckung in dem aufsteigend durchströmten Schenkel, und dieser giebt die beschriebenen Spannungserscheinungen beim Oeffnen der Kette. So lasse sich dieses Spiel, so lange Geduld von Seiten des Beobachters und Erregbarkeit von Seiten der thierischen Gebilde vorhalten, noch viele Male umkehren und fortsetzen (S. 122—124).

Aber noch mehr, die Erregbarkeit des dem aufsteigenden Strome ausgesetzt gewesenen Schenkels erscheint absolut erhöht. Denn nachdem die auf die Trennung der Metalle folgende ungeheure Reaction vorüber sei, sei es möglich, an tagealten Präparaten Zuckungen durch Ketten nur aus thierischen Theilen zu erhalten. (S. 124—126).

Beide Veränderungen der Erregbarkeit, die durch den absteigenden Strom und die durch den aufsteigenden, können ebensogut beobachtet werden, wenn, statt Nerv und Muskel, nur der Nerv allein in der Kette ist. (S. 120). Und so gelingt es auch, die merkwürdige Thatsache festzustellen, dafs beide Veränderungen am Nerven nur örtlich sind, d. h. nicht über die unmittelbar den Strömen ausgesetzt gewesenen Nervenstrecken hinausreichen. Für den Zustand der verminderten Erregbarkeit geschieht dies, indem man den Nerven, nachdem man beim Schliefsen mit dem ungleichartigen Bogen zwischen Nerv und Muskel keine Zuckung mehr erhält, weiter aus dem Muskel herauspräparirt und nun Zuckung erfolgen sieht, weil hier der Nerv, wegen der geringeren Dichtigkeit des Stromes, weniger durch ihn verändert

werden konnte. Einpacken der frisch herauspräparirten Strecke in Muskelfleisch bis an die vorige Stelle hebt die Zuckung wieder auf. Für den Zustand künstlich erhöhter Erregbarkeit wird der Beweis der nur örtlichen Einwirkung des Stromes dadurch geführt, dafs erstens Durchschneiden des Nerven mit der Scheere unterhalb der betroffenen Strecke den Tetanus nicht hervorbringt, der sogleich entsteht, wenn die Trennung zwischen den Enden des an den Nerven angelegten ungleichartigen Bogens geschieht; dafs zweitens Einhüllen des Nervenstücks zwischen dieser Strecke und dem Muskel mit Muskelfleisch ebensowenig diese Folge hat, während sie nicht ausbleibt, wenn durch Einhüllen der veränderten Strecke auf die angegebene Weise die Dichtigkeit des Stromes in derselben verringert wird; drittens dadurch, dafs die Zuckung durch Ketten aus blos thierischen Theilen nur beim Anbringen des Stromes an die veränderte Strecke gelingt, obschon in einigen Fällen das Gegentheil beobachtet wurde (S. 126—130).

Dies ist im Kurzen Ritter's einst so berühmte Lehre „von den Modificationen der Erregbarkeit durch geschlossene Ketten." Er selbst hat sie noch, mit jener ihm eigenen Energie, nach vielen Richtungen mit gröfserem oder geringerem Glücke verfolgt und ausgebeutet[1]. Den Kern derselben aber, den ich so eben geschildert, haben nach ihm bestätigt G. R. Treviranus[2], Pfaff[3], später Krimer[4]. Endlich ist sie, wie so viele andere wichtige Thatsachen desselben Gebietes, einer

[1] S. Gilbert's Ann. d. Ph. 1801. Bd. VII. S. 482*. Ebendas. 1804. Bd. XVI. S. 329*. — Beiträge zur nähern Kenntnifs des Galvanismus und der Resultate seiner Untersuchung. Bd. II. St. 2. Jena 1802. S. 57 ff.* — Ebendas. St. 3. 4. Jena 1805. S. 118. ff.* — Gehlen's Journal für die Chemie, Physik und Mineralogie. 1808. Bd. VI. S. 421*.

[2] Gilbert's Ann. d. Ph. 1801. Bd. VIII. S. 44—48*.

[3] Nordisches Archiv für Naturkunde, Arzneiwissenschaft und Chirurgie. 1805. Bd. IV. St. 3. No. XII. S. 26*. — Gehler's physikalisches Wörterbuch. Bd. IV. Abth. II. 1828. S. 724*.

[4] Physiologische Untersuchungen. Leipzig 1820. S. 74 ff.* — Vergl. auch noch Most, über die grofsen Heilkräfte des in unsern Tagen mit Unrecht vernachlässigten Galvanismus u. s. w. Lüneburg 1823. S. 93*.

fast völligen Vergessenheit anheimgefallen, weil man überhaupt mit den Reizversuchen nichts mehr anzufangen wufste und weil die Aufmerksamkeit der Physiologen durch die wichtigsten Vorgänge anderweitig hinlänglich in Anspruch genommen war. Indessen liest man doch z. B. in JOH. MÜLLER's *Handbuch der Physiologie des Menschen* u. s. w. Bd. I. 3. Auflage. 1838. 627* (JOURDAN's Uebersetzung unter dem Titel: *Manuel de Physiologie etc.* Paris 1845. t. I. 541*.) eine ausreichende Darstellung der obigen Thatsachen nach PFAFF's Erfahrungen.

Die Gelehrten des Auslandes bieten den deutschen häufig ein betrübendes Schauspiel dar. Bei dem Mangel an Sprachen- und Literaturkenntnifs, der bei ihnen leider nicht blos ausnahmsweise gefunden wird, kommt es fortwährend vor, dafs Forschungen, die in Deutschland seit einer Reihe von Jahren als abgeschlossen betrachtet wurden, bei unsern westlichen Nachbarn von Frischem angestellt und als neue wichtige Entdeckungen bekannt gemacht werden. Betrübend ist der Eindruck solcher Begebnisse, selbst wenn es sich um neue selbständige Leistungen, um wahre Wiederentdeckung handelt, da man doch immer einen Verlust an Spannkräften zu beklagen hat, die vortheilhafter zum weitern Fortschreiten von schon erstiegenen Stufen aus verwendet worden wären, betrübend vollends, wenn man zweifelhaft bleiben kann, wie weit sich im besondern Falle das selbständige Verdienst des zweiten Entdeckers erstreckt.

Ich mufs nämlich darauf aufmerksam machen, dafs die ganze, viele Seiten lange Abhandlung des Hrn. MATTEUCCI, welche uns hier vorliegt, kaum einen Punkt enthält, der sich nicht bereits in jenen, nun ein halbes Jahrhundert alten, deutschen Forschungen auf das gründlichste erörtert fände. Durch eines jener unglücklichen Zusammentreffen, wie sie Hrn. MATTEUCCI in seiner wissenschaftlichen Laufbahn schon so oft begegnet sind, ist es auch hier wiederum nicht möglich, zur Ueberzeugung zu gelangen, dafs ihm jene frühern Untersuchungen wirklich völlig fremd gewesen seien. Man erinnert sich unwillkürlich, dafs ihm MÜLLER's *Manuel de Physiologie* wohl zur Hand ist, wenn er dessen bedarf, um den Berichterstatter fühlen zu lassen, dafs er auf dem Gebiete

der Elektrophysiologie gern allein bleiben möchte[1]. Wenigstens hätte Hr. Matteucci nur nöthig gehabt, von jener Stelle aufwärts, die ihm so wohl bekannt war, einige Seiten zurückzublättern, um sich die Mühe erspart zu sehen, die Lehre von den Modificationen der Erregbarkeit durch geschlossene Ketten ganz von vorne wieder zu entdecken.

Dem sei wie ihm wolle, wir müssen dem Verfasser Dank wissen, dafs er die trefflichen Arbeiten jenes viel zu wenig gekannten grofsen Forschers von Neuem aufleben läfst. Ich finde, in seiner Abhandlung, folgende Einzelnheiten hervorzuheben.

Er fängt damit an, auf die Rohheit der Messungen aufmerksam zu machen, denen man, bei allen bisherigen Reizversuchen, die Stärke der Zuckungen unterworfen habe. Man habe sich stets damit begnügt, dieselbe nach dem blofsen Augenmaafs abzuschätzen. Dafs schon vier deutsche Forscher sich vor ihm myodynamometrischer Vorrichtungen bedient haben[2], weifs Hr. Matteucci natürlich nicht. Damit man aber in Stand gesetzt werde, den ganzen Werth seiner eignen Versuchsweise zu begreifen, sei es mir erlaubt, die Entwicklungsgeschichte derselben hieherzusetzen.

Schon im Jahre 1844 fafste Hr. Matteucci, der es damals noch angemessen fand, der Lehre von der Constanz der Kräfte zu huldigen, die kühne Idee ein elektrochemisches Aequivalent der durch den Strom entwickelten Nervenkraft zu bestimmen. Hr. Matteucci, der sich seit dem Jahre 1829 mit der Elektrophysiologie beschäftigt, ist noch nicht dazu gelangt, einzusehen, was eigentlich am elektrischen Strome die Zuckungen hervorbringe; dafs diese nicht das Werk des in beständiger Gröfse fortdauernden Stroms seien, sondern dafs sie herrühren von den Schwankungen dieser Gröfse in beliebigem Sinne, als welche auch Anfang und Ende selbst des Stromes betrachtet werden müssen. Vergl. im vorjährigen Berichte, S. 504, meine Bemerkungen

[1] S. Berl. Ber. 1845. S. 519.

[2] Krimer, Physiologische Untersuchungen. Leipzig 1820. S. 65*. — Schwann, in Joh. Müller's Handbuch der Physiologie u. s. w. Bd. II. Coblenz 1837. S. 59*. — Engelhardt, de vita musculorum observationes et experimenta. Bonnae 1842. — Valentin, Lehrbuch der Physiologie. Braunschweig 1844. Bd. II. S. 176*.

über das „allgemeine Gesetz der Nervenerregung durch den Strom". Es ist danach ohne Weiteres klar, dafs von einem solchen Aequivalente hier eben so wenig die Rede sein kann, als das Zink, welches in der primären Kette aufgelöst wird, ein Maafs abgeben kann der secundären Stromeskräfte, die durch das Oeffnen und Schliefsen jener inducirt werden. Wie dem auch sei, das Nächste, was Hr. Matteucci damals zu thun vor sich sah, war, ein Maafs der Arbeit sämmtlicher Muskeln des Beingerüstes des Frosches, unter dem Einflusse eines bestimmten Stromes, etwa, nach Poncelet's Vorgange, in Kilogramm-Metern ausgedrückt, zu erwerben. Dies bewerkstelligte er in folgender Weise.

Er stellt sich Galvani's Präparat dar, ohne jedoch die *Ossa ilium*, das Steifsbein, und die Muskelmasse des *Ileo-Coccygeus* Dug. fortzuschneiden. Das Stück Wirbelsäule wird in eine Klemme eingespannt, so dafs die Beine senkrecht herabhängen. Die beiden Mittelfüfse werden mit einem Haken durchstochen, der sich nach unten in einen Draht verlängert, an welchem ein Bleiwürfel von $5^{gr}.5$ Gewicht hängt. Dieser kann, bei Hebungen und Senkungen, in einer senkrechten Rinne ohne Reibung auf und nieder gleiten und ein daran befestigter leichter Zeiger, etwa ein Strohhalm, liest dabei eine auf den Rand der Rinne aufgetragene Theilung ab. Eine Kupfernadel ist durch die obere Gegend des Oberschenkels gestofsen, so dafs man nur nöthig hat, dieselbe einer- und die Klemme, welche das Stück Wirbelsäule eingespannt hält, andrerseits mit den Enden einer Säule in Verbindung zu zu bringen, damit ein Strom die *Plexus ischiadicus* durchkreise, und Zuckung sämmtlicher Muskeln des Beingerüstes erzeuge.

Hr. Matteucci berichtet nun, dafs der Erfolg des Oeffnens und Schliefsens der Kette Hebung des Bleiwürfels gewesen sei. Es liegt darin, auf den ersten Blick, in der That etwas Unbegreifliches. Wer je in seinem Leben dem Ischiadnerven eines nach Galvani's Vorschrift zubereiteten Frosches ungleichartige Metalle angelegt hat, weifs, dafs die Folge davon stets eine Streckung ist, weil nämlich der Reiz ebensowohl auf die Streck- als auf die Beugemuskeln wirkt, erstere aber das Uebergewicht über letztere haben. Wie also kann in aller Welt hier von einer Hebung des Gewichtes die Rede sein? Es scheint, als

könne nichts anders in Folge der Streckung eintreten, als daſs dasselbe um eine geringe Gröſse sinkt, im besten Falle unbeweglich bleibt.

Ich habe die Lösung des Räthsels, welches Hr. MATTEUCCI somit seinen Lesern vorlegt, gesucht und gefunden. Ich eilte, mir eine Vorrichtung herzustellen, welche der von dem Verfasser beschriebenen in allen wesentlichen Stücken entsprach. Ich brauche wohl nicht erst zu erinnern, daſs stets und unter allen Umständen eine Streckung die Folge des Reizes war. Nichtsdesto weniger sah ich, anfangs zu meinem nicht geringen Erstaunen, bei jeder dieser heftigen Streckungen das Gewicht um eine gewisse, wenngleich kleine Gröſse gehoben werden. Es wurde mir jedoch nicht schwer, die Ursache dieses vermeintlichen Widerspruchs aufzudecken. Sie war eine doppelte. Zunächst bemerkte ich, daſs mit jeder Zuckung ein Rückwärtssteifen des Präparates im Kreuze verbunden war, welches eine Elongation der Füſse um etwa 20° aus der senkrechten Lage mit sich brachte, deren *Sinus versus* also als Hebung des Gewichtes wahrgenommen wurde. Ich zerschnitt nun die *Ossa ilium* und das Steiſsbein, so daſs die Beine nur noch an der Muskelmasse des *Ileo-Coccygeus* hingen, wo denn diese Steifung nicht mehr stattfinden konnte; aber trotzdem blieb noch immer eine Hebung des Gewichts zurück. Diese beruhte, wie ich fand, einfach darauf, daſs das angehängte Gewicht das erschlaffte Präparat stärker auszudehnen vermag, als das in Zuckung begriffene. In der That fiel sie fort, als ich die Füſse, statt mit einem Gewichte, nur noch mit einem leichten Zeiger versah.

Keine andern Bewegungen des Gewichtes können es gewesen sein, welche Hr. MATTEUCCI in jener frühern Abhandlung als Maaſs der Arbeitsgröſse sämmtlicher Muskeln des Beingerüstes des Frosches angesehen hat. So kommt es, daſs derselbe jene Arbeitsgröſse zu $8^{gr}.36$, auf $2^{mm}.4$ gehoben, veranschlagt, während dieselbe wohl mehre tausend Gramm, auf diese Höhe gehoben, betragen mag[1]. Es gehört in der That Hrn. MATTEUCCI's

[1] ED. WEBER sagt: „der gröſste Nutzeffekt wurde von Froschmuskeln ausgeübt, wenn jedes 1 Quadratcentimeter dicke Bündel mit 450 Grammen belastet war, welches Gewicht von ihnen um 0,401 ihrer

einzige Gedankenlosigkeit dazu, um zu übersehen, wie räthselhaft das kräftige Springen der Frösche sein würde, wenn die Arbeitsgröfse der Strecker und Beuger ihrer beiden Hinterbeine zusammengenommen sich nur auf einen so geringen Hub eines so winzigen Bruchtheiles ihres Körpergewichts beliefe. Doch Hrn. Matteucci ist es einmal verstattet, ohne Einspruch numerische Irrthümer um das Vielhundertfache zu begehen (vergl. den vorjährigen Bericht); und so hat er auch nur noch daran gedacht, den mechanischen Theil seiner Versuchsweise zu verbessern, wenig bekümmert darum, ob das ihr zu Grunde liegende Princip einen erdenkbaren Sinn habe oder nicht. Zunächst setzte er an die Stelle des unmittelbar zu hebenden Gewichtes eine Rolle, durch deren Drehung die Hebung bewerkstelligt wird; ein langer an der Axe der Rolle befestigter Zeiger liest eine Kreistheilung ab, an der er in senkrechter Ebene spielt. In diesem Zustande überkam Hr. Breguet das Instrument aus den Händen des Erfinders zu weiterer Vervollkommnung. Hr. Breguet fügte dazu einen äufserst leicht beweglichen Zeiger, den der früher erwähnte Zeiger bis zu dem Punkte seiner gröfsten Elongation mit sich nimmt, und ihn hier stehen läfst; was zum Zweck hat, die Schwierigkeit zu entfernen, die für das Ablesen aus der Augenblicklichkeit der Muskelzusammenziehung entspringt. Ein elektromagnetisches Zählerwerk, mit der die Vorrichtung überdies ausgestattet wurde, um die Dauer der Zusammenziehung und der Rückkehr in den Zustand der Ruhe u. dgl. m. zu messen, geht uns hier nichts an. In dieser Gestalt nun hat Hr. Matteucci seinen Muskelkraftmesser auf die Untersuchung der Veränderungen der Erregbarkeit durch geschlossene Ketten angewendet. Er giebt denn auch, in der vorliegenden Arbeit, Beschreibung und Abbildungen davon. In der Art und Weise, die thierischen Theile zuzurichten und anzubringen, ist noch eine Abänderung vorgenommen worden. Es wird nämlich, statt der beiden Beine des Frosches, nur noch ein Bein angewendet, welches an dem

Länge gehoben wurde; die Muskeln haben in diesem Falle im Mittel das 93fache ihres eignen Gewichtes 15 Millimeter hoch." Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie u. s. w. Artikel: Muskelbewegung. Bd. III. Abth. 2. S. 121. (23)*.

Ischiadnerven selber hängt. Man kann sich denken, wie vortreffliche Folgen für die Primitivröhren der Nerven diese Anordnung haben mufs, wodurch sie stundenlang der Zerrung durch das bei jeder Zuckung hin und her geschleuderte Bein und aufserdem der Trocknifs ohne allen Schutz ausgesetzt sind. Ferner wird der Haken nicht mehr durch den Mittelfufs gestofsen, sondern zwischen die Achillessehne und den Unterschenkelknochen eingeführt. Auf diese Weise kann wohl noch die Zusammenziehung des Gastroknemius mehr oder weniger zur Hebung des Gewichtes beitragen. Dieses letztere aber beläuft sich nur noch auf 0.6^{gr}, was nach Hrn. Matteucci ausreichend sein soll, den Zeiger stets wieder an dieselbe Stelle zurückzuführen.

Ich überlasse es hiernach dem Leser selber zu beurtheilen, in wie weit der Verfasser seinen Zweck erreicht habe, an die Stelle des blofsen Augenmaafses im Gebiete der Reizversuche streng messende Versuchsweisen einzuführen; welcher innere Werth wohl seinen prunkenden Zahlenreihen zukommen möge; welches Vertrauen wohl seine Behauptung verdiene: nur auf diesem Wege vorschreitend könne die Lehre von den Reizversuchen sich nunmehr weiter entwickeln; endlich was davon zu halten sei, wenn ein solches Verfahren, von dem man nicht begreift, wie auch nur seine Möglichkeit einen Augenblick lang in der Einbildungskraft eines physikalisch Gebildeten auftauchen konnte, mit unendlichem Lärm an allen Märkten als erster Versuch vertrieben wird, die Beobachtung von Muskelzusammenziehungen an Maafs und Zahl zu binden, zehn Jahre nachdem Schwann's vortreffliche Untersuchung in Joh. Müller's Hrn. Matteucci doch so wohl bekanntem *Handbuch der Physiologie* erschien!

Doch lassen wir Hrn. Matteucci in seinen Versuchsweisen gewähren, und sehen wir zu, welche Ergebnisse, ihrer ungeheuren Fehler ungeachtet, dieselben geliefert haben mögen. Man würde ungerecht gegen den Verfasser sein, wollte man verkennen, dafs es ihm gelungen ist, Ritter's Lehre recht vollständig wiederzufinden.

Zuerst zeigt er, dafs, wenn man Nerv und Muskel zugleich dem Strom aussetzt, nach einer gewissen Zeit, beim absteigenden Strome, jede Zuckung vermifst wird, während, für

den aufsteigenden Strom, die Oeffnungszuckung zu erscheinen fortfährt. Die Zeit, die erforderlich ist, um im ersten Fall die Zuckungen verschwinden zu machen, ist um so kleiner, je stärker der Strom. Dann stellt er den nämlichen Versuch mit dem Nerven allein im Kreise an. Man kann die Oeffnungszuckung auch dadurch erhalten, dafs man einen Tropfen Wasser, Salzlösung, Blut, Blutwasser oder von sonst einer leitenden Flüssigkeit auf den ansteigend durchkreisten Nerven fallen läfst; die Nebenschliefsung, die dadurch entsteht, zieht nämlich eine Verminderung der Dichtigkeit des Stroms in dem Nerven nach sich, und bringt somit annäherungsweise dieselbe Wirkung hervor, als die Oeffnung der Kette. Am lebend zugerichteten Frosche bedarf es, damit nur noch die Oeffnungszuckung des aufsteigenden Stromes übrig bleibe, einer längeren Zeit, als an dem Galvanischen Präparate. Dann wird der Tetanus geschildert, in welchen, nach langer Dauer der aufsteigenden Schliefsung, die Oeffnungszuckung auszuarten pflegt. Acht Frösche auf zehn zeigten diese Erscheinung nach 25—30′ Durchströmtseins. Nachdem der Tetanus in Folge des Oeffnens der Kette stattgefunden, antworte das Präparat auch wieder beim Schliefsen. Die Erregbarkeit des aufsteigend durchströmten Nerven ist im Verhältnifs zu der des absteigend durchkreisten auch für andere, als den elektrischen Reiz, erhöht, z. B. für das Anätzen mit kaustischem Kali oder das Glüheisen. Ich bemerke, dafs dieser Punkt das einzige wirklich neue Ergebnifs ist, welches Hrn. Matteucci's Abhandlung enthält. Doch ist es demselben nicht geglückt, wiederzufinden, was bereits Ritter für den elektrischen Reiz dargethan hatte, dafs nämlich die Erregbarkeit des ansteigend durchflossenen Nerven auch im Verhältnifs zu der eines solchen erhöht sei, der gar keinem Strom ausgesetzt war. Die Veränderungen der Erregbarkeit durch den Strom vergehen um so schneller, je gröfser dieselbe ursprünglich war. Die Oeffnungszuckung nach dem aufsteigenden Strom ist um so heftiger, je länger der Strom bereits angehalten hatte, innerhalb gewisser Grenzen natürlich, welche um so enger sind, je gröfser die Erregbarkeit der thierischen Gebilde ist. Was diesen letzteren Theil der Untersuchung betrifft, so findet er sich, wie Hr. Matteucci sehr

wohl weiſs und es auch für einzelne Punkte selber zugiebt, bereits von Marianini für die sogenannten Volta'schen Abwechselungen angestellt, die nämlich, so weit sie wirklich stattfinden, zu betrachten sind als die Erscheinungsweise der Veränderungen der Erregbarkeit durch den Strom, bei groſser Stärke desselben und innerhalb gewisser ziemlich langer Fristen eintretenden Wechseln seiner Richtung.

Schlieſslich giebt Hr. Matteucci eine Theorie der Reizversuche. Er erinnert zuvörderst an die Thatsache, daſs jede Schlieſsung und Oeffnung einer Kette von einem elektrischen Funken begleitet sei. Sodann an die Volta'sche Wahrnehmung, daſs die leiseste Spur von Reibungselektricität, die auf keine andere Weise nachgewiesen werden kann, noch Zuckung des stromprüfenden Schenkels hervorrufe. Dies genügt dem Verfasser, um das ganze dunkle Gebiet der Reizversuche, wie er meint, mit einem plötzlichen Lichtschlage zu erhellen. Es scheint ihm nämlich nun ganz klar, daſs die Schlieſsungs- und Oeffnungszuckung auf nichts anderem beruhe, als auf jener elektrischen Entladung, die im Augenblicke des Herstellens und Abbrechens des Kreises stattfinden soll. Der galvanische Strom selbst hat mit der physiologischen Wirkung der Ketten ganz und gar nichts zu schaffen. Diesem kommt einzig und allein das Geschäft zu, die Veränderungen der Erregbarkeit während des Geschlossenseins des Kreises zu besorgen. Mit Hülfe dieser Annahmen haben für Hrn. Matteucci das Gesetz der Zuckungen und die Volta-schen Abwechselungen keine Schwierigkeiten mehr. Ich zweifle jedoch, daſs sich seine Lehre eines groſsen Beifalls erfreuen wird. Ich fürchte den Vergleich derselben mit dem von mir aufgestellten allgemeinen Gesetze der Nervenerregung durch den Strom nicht. Vielmehr weiſs ich Hrn. Matteucci Dank, daſs er, durch die Veröffentlichung dieser Theorie, es klar an den Tag gelegt hat, wie ihm jenes Gesetz, seiner langanhaltenden Beschäftigung mit dem Gebiete der Reizversuche ungeachtet, noch immer fremd geblieben ist. Es wird ihm schwer fallen, wenn ihm endlich die Augen darüber aufgegangen sein werden, sich mein Gesetz, wonach er alsdann streben wird, als seine Entdeckung zuzueignen.

Hr. Matteucci giebt bei dieser Gelegenheit einmal wieder ein zu charakteristisches Bild von dem Ernst und der Aufrichtigkeit, womit er in seinen Untersuchungen verfährt, als dafs ich es mit Stillschweigen übergehen könnte. Im Jahre 1844 bemüht er sich, ein elektrochemisches Aequivalent der durch den Strom entwickelten Nervenkraft zu bestimmen, gleich als ob es der Strom in seiner beständigen Gröfse wäre, der die Zuckungen bedingt. Im Jahre 1846 erhebt er sich zu der merkwürdigen Einsicht, dafs der galvanische Strom überhaupt mit den Zuckungen ganz und gar nichts zu schaffen habe. Welchen Sinn hat nun noch jene frühere, mit so vielem Gepränge angestellte Untersuchung? Nach Hrn. Matteucci's eigner Lehre nicht den mindesten. Sollte man nun nicht zu erwarten berechtigt sein, dafs Hr. Matteucci eines so gewichtigen Irrthums mit ein paar Worten gedenken werde, damit diejenigen, die nicht vermögend sind, den Gegenstand mit selbständigem Urtheil zu beherrschen, erfahren, woran sie eigentlich in Betreff jenes berühmten Aequivalentes sind? Weit gefehlt! wie schon zehnmal in ähnlichen Fällen, thut nun Hr. Matteucci, als ob jene Untersuchung nie auf der Welt gewesen wäre.

Ich aber halte es für die gebieterische Pflicht eines Jeden, dem die Wissenschaft mehr ist, als ein Mittel, um jeden Preis einen irgendwie beschaffenen europäischen Ruf zu erwerben, dafs er auf seinem Felde Hand biete, ein solches Treiben ohne Ansehen der Person ans Licht zu ziehen und zu brandmarken. Und deshalb werde ich nicht aufhören, Stück für Stück die groben Fahrlässigkeiten, die schnöden Ausbeutungen fremden Fleifses, die dreisten Verkleidungen der Wirklichkeit aufzudecken, die sich Hr. Matteucci, aller Verwarnung ungeachtet, in jeder seiner zahllosen Arbeiten ohne Anstand zu Schulden kommen läfst: mag auch die Schaar der deutschen Physiologen halb erschrocken, halb entrüstet auf mich blicken, dafs ich es wage, ein in Paris gesalbtes Haupt, sonst nur Gegenstand ihres ehrfürchtigen Staunens, schonungslos anzutasten: — ich weifs mit fester Zuversicht, dafs einst der Seite, wo ich stehe, das Recht verbleiben wird.

In diesem Jahre hat Hr. Ed. Weber den ersten Theil seiner unvergleichlichen Arbeiten über Muskelzusammenziehung vollendet und a. a. O. bekannt gemacht. Nicht leicht hat jemals ein Kapitel der Physiologie sich eines so plötzlichen Zuwachses an den allerwichtigsten Thatsachen zu erfreuen gehabt, die in solcher Fülle mit Hülfe so feiner und zuverlässiger Versuchsweisen gewonnen wären. Diese Ergebnisse, selbst diejenigen, die sich auf die Muskelzusammenziehung im Allgemeinen beziehen, gehören nicht hieher, da dieselbe noch nicht als elektrischen Ursprungs anerkannt ist. Vielleicht wird sie später in diesen Berichten unter der Aufschrift „elektrochemische Bewegungen der Flüssigkeiten" Platz greifen. Aber von den Versuchsweisen, die Hr. Weber in Anwendung gebracht hat, ist eine, welche wesentlich dem Gebiete der Elektrophysiologie entlehnt ist. Ich meine das von mir sogenannte Tetanisiren der Muskeln auf elektrischem Wege.

Da, nach dem von mir aufgestellten allgemeinen Gesetze der Nervenerregung durch den elektrischen Strom, es nur Schwankungen der Dichtigkeit des letztern in dem Nerven in beliebigem Sinne sind, auf welche der Muskel mit Zuckung antwortet, so ist klar, dafs man, um anhaltende Zusammenziehung zu erhalten, nichts weiter nöthig hat, als die Stromesdichtigkeit in unablässige Schwankungen zu versetzen. Dies kann auf mannigfaltige Weisen vor sich gehen.

Es ist einmal völlig gleichgültig, welche Gestalt die Curve der Dichtigkeit bezogen auf die Zeit annimmt, ob eine periodisch wiederkehrende, oder eine ganz unregelmäfsige; ob sie die Abscissenaxe streift oder schneidet, welches letztere Umkehr der Strömungsrichtung bedeutet, oder sich stetig auf der Seite der positiven oder der negativen Ordinaten hält; wofern sie nur nirgends jener Axe parallel verläuft, nirgends ihr Differentialquotient dauernd auf Null herabsinkt, von welchem die Erregung in jedem Augenblicke eine mit der Veränderlichen irgendwie wachsende Funktion darstellt. So lange diese Bedingung erfüllt ist, mufs der Schenkel in anhaltender Zusammenziehung begriffen bleiben. Die Zusammenziehung ist um so stärker, je gröfser die

Schwankung in der Zeiteinheit, daher der stärkste Tetanus durch eine Dichtigkeitscurve erreicht werden wird, welche die Gestalt eines Kammes mit möglichst langen und möglichst dünnen Zähnen besitzt.

Fürs zweite ist ebenso gleichgültig, auf welche Weise jene Gestalt der Dichtigkeitscurve herbeigeführt wird; ob dadurch, dafs man einen stetigen Strom in regelmäfsigen Zeitabständen, etwa mittelst der nichtleitenden Zähne eines Blitzrades, unterbricht oder auch zugleich umkehrt, oder dadurch, dafs man eine Reihe von einzelnen Stromstöfsen, deren jeder von der Abscissenaxe anhebt und zu ihr zurückkehrt, durch einen mechanischen Kunstgriff zu einer fast stetigen Curve verschmelzen läfst, wie dies bei der verschiedenen Induktionsvorrichtungen, z. B. der SAXTON-schen Maschine, der Fall ist, oder endlich dadurch, dafs, wie beim Drehen der Scheibe einer Elektrisirmaschine, die Elektricitätsquelle fortwährend kleinen Hebungen und Senkungen ihrer Fluth ausgesetzt ist. Von allen diesen Versuchsweisen, deren letztere sogar zu der ersten Wahrnehmung dieser Art den Anlafs gegeben, werden uns Beispiele entgegentreten im Laufe der folgenden Uebersicht der Physiologen und Physiker, welche seit bald einem halben Jahrhundert bereits das Mittel gekannt haben, um auf elektrischem Wege anhaltende Zusammenziehung zu erzeugen. Welcher von diesen Versuchsweisen man aber zuletzt den Vorzug zu schenken habe, hängt von mannigfaltigen Umständen ab, die unten kurz angedeutet werden sollen.

Zuerst ist die Erscheinung des solchergestalt erzeugten Tetanus wohl von MARCO ANT. CALDANI im Jahre 1756 mit Reibungselektricität wahrgenommen worden. Er setzte den Nerven eines stromprüfenden Froschschenkels durch einen Messingdraht in Verbindung mit dem Leiter der Elektrisirmaschine: „*Lorsque l'on commença à faire jouer la machine, et que la matière électrique se mit en mouvement, les extrémités inférieures se contractèrent avec force, et elles restèrent étendues pendant quelque tems*[1].“

[1] Mémoires sur les parties sensibles et irritables du Corps animal. t. III. Lausanne 1760. p. 146*.

Natürlich konnte die Bedeutung dieses Vorganges damals in keiner Weise aufgefafst werden, wo man noch nicht das eigenthümliche Verhalten der thierischen Glieder dem elektrischen Strome gegenüber kannte, auf seinen Anfang und sein Ende zu antworten, während seiner Dauer aber zu schweigen. Dies konnte erst nach Galvani's Entdeckung der Zuckungen durch angelegte Metallbögen der Fall sein, und Volta gebührt das Verdienst, sofort darauf aufmerksam gemacht zu haben, dafs sich, durch eine schnell auf einander folgende Reihe von Schliefsungen und Oeffnungen der Kette, die augenblicklichen Wirkungen zu Anfang und Ende des Stromes zu einer anhaltenden Zusammenziehung, einem wahren Tetanus verschmelzen: „.... *Col continuo contatto de' dui metalli* — schreibt er an Aldini unterm 24. November 1792 — *giungono al sommo le contrazioni spasmodiche e presentano uno de' più forti tetani, se rimanendo un solo metallo constantemente applicato al nervo, l'altra si stacca a brevi istanti, e ritorna a toccare, e cio più volte di seguito con qualche celerità*";[1] und sechs Jahre darauf, im April 1798, fragt er, als Bürger N.N. von Como, gerade an Aldini schreibend, in einer Anmerkung zu seinem zweiten Briefe: „Warum aber .... wachsen und verdoppeln sich nicht, bei unterhaltener Schliefsung des .... Kreises und der Unterhaltung des elektrischen Stromes durch ihn, warum nehmen nicht auch die Muskelbewegungen, die Contraktionen im Frosch, u. s. w., zu, oder halten wenigstens an? Warum erfolgen diese blofs im Augenblick, dafs man den Kreis schliefst, und hören dann sogleich auf? Warum mufs man den Kreis unterbrechen, und ihn wieder ganz von neuem schliefsen, damit sie wieder erscheinen? Warum dauern die Krämpfe und Convulsionen nur fort, warum erhält man erst dann einen anhaltenden Tetanus, wenn man jene Abwechselungen von Schliefsung und Trennung des Kreises sehr schnell aufeinander folgen läfst?"[2]

[1] Collezione dell' Opere del Cav. Conte Aless. Volta ec. Firenze 1816. t. II. p. I. p. 180*.

[2] Ritter's Beiträge zur nähern Kenntnifs des Galvanismus und der Resultate seiner Untersuchung. Bd. II. St. 3. 4. Jena 1805. S. 48. Anm.*

Volta's Wahrnehmung enthielt die Erklärung eines Umstandes, der bereits Galvani nicht entgangen war [1], und nach ihm von Mehreren bestätigt wurde, dafs nämlich wechselseitiges Reiben, Schleifen, Erschüttern zweier die Kette schliefsenden Theile das Erscheinen der Zuckungen befördern. Es sind zwei Arten von Fällen zu unterscheiden: solche, in denen metallische Kettenglieder einander trafen, und solche, in denen feuchte Leiter an Metallen hinbewegt wurden. In den erstern ist mehr an ein fortwährendes Oeffnen und Wiederumschliefsen des Kreises zu denken, in den letztern handelt es sich um plötzliche Verminderung der Polarisation. Eine Sammlung hierauf bezüglicher Stellen habe ich in dem ersten Bande meines Werkes, S. 269, gegeben.

In späterer Zeit scheint Nobili diese Methode des Tetanisirens selbständig wieder entdeckt zu haben. Am Schlusse der vortrefflichen Arbeit über das Gesetz der Zuckungen im Jahre 1829 findet sich ein Anhang über tetanische Zusammenziehungen. Hier heifst es, nachdem Nobili die Krämpfe beschrieben, in die äufserst reizbare Frösche, nach Volta's [2], Galvani's [3] und seiner Angabe manchmal sogleich nach rasch vollzogener Zurichtung verfallen: *Ces convulsions durent toujours quelque temps; les contractions, au contraire, cessent ordinairement en un instant. Je dis ordinairement, car il y a moyen de les rendre permanentes, au point de reproduire tous les effets du tétanos naturel. Il suffit pour cela d'interrompre et de rétablir le circuit assez rapidement pour que la contraction qui naît d'un contact donné ne s'évanouisse pas avant la production de celle qui est due au contact suivant. Alors la grenouille n'a pas le temps de se détendre d'une contraction à l'autre et ses membres restent allongés et raidis comme dans le cas du tétanos naturel.*" [4]

[1] Opere edite ed inedite del Professore Luigi Galvani raccolte e pubblicate per cura dell' Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna. 1841. 4°. p. 33, 163, 257—258*.

[2] Collezione dell' Opere ec. t. II. p. I. p. 227. 228. Nota*.

[3] Opere ed. ed ined. ec. p. 311*.

[4] Ann. d. Ch. et d. Ph. Mai 1830. XLIV. 90*; — Schweigger's Journal der Chemie und Physik. LX. 299*; — Memorie ed Osservazioni edite ed inedite. Firenze 1834. Vol. I. p. 153*.

Nach Nobili mag zuerst wieder Sternberg im Jahre 1834 das Tetanisiren auf elektrischem Wege, abermals ohne Kenntniſs jener frühern Versuche zu besitzen, ins Werk gesetzt haben. „*Convulsiones plerumque sola spasmi forma sunt*", sagt er, „*quam crus irritatum ostendit. Attamen etiam spasmum tonicum vidi, qui exoritur, si continue ac celerrime flumen electricum intercipias iterumque restituas, dum pes nervi suspensi cruris subiculo nititur. Ranam .... paratam superiore ejus parte sinistra tenebam, crura genubus flexis laminae cuprinae columnae Voltaicae, quam tabulis sex duplicibus pedem circiter quadrantem continentibus struxeram, insedebant, tum digitis dextrae ludentibus zincum inferius situm tractabam. Crura inflexa sensim sensimque surgebant, tunc surrecta tanta vi extendebantur, ut partis superioris pondus maximam ad partem ferre potuissent. Sic per quinque minutas horae partes erecta stabant, neque dum defatigatus experimentum exposuerim.*"[1]

Etwas später fallen die subjektiven Wahrnehmungen an den mittlerweile in Umlauf gebrachten magnetoëlektrischen Rotationsapparaten und den Unterbrechungsrädern aller Art. Hier tritt bekanntlich bei einer gewissen Drehungsgeschwindigkeit ein Augenblick ein, wo es beim besten Willen der Qual ein Ende zu machen, unmöglich wird, die Handhaben, welche sie zuführen, fahren zu lassen. Alsdann ist nämlich die Zusammenziehung der Vorderarmmuskeln tetanisch geworden; zwischen je zwei Stöſsen liegt eben für die Einwirkung des Willens kein hinreichender Zeitraum mehr. Ausdrücklich beschrieben haben diese Erscheinung de la Rive[2] und Masson[3]; es giebt aber wohl wenig Physiker, die sie nicht aus eigener Erfahrung kennen. De la Rive setzte auch Frösche dem Strome der Saxton'schen Maschine aus: „*Les grenouilles, exposées à l'action de ces courans, éprouvent des commotions violentes et non inter-*

[1] Experimenta quaedam circa vim electricam nervorum atque sanguinis facta. Bonnae. 4°. p. 7*.

[2] Bibliothèque universelle. N.S. Mars 1838. t. XIV. p. 138*. (16 Avril 1837.)

[3] Becquerel, Traité expérimental de l'Électricité et du Magnétisme. t. V. Paris 1837. p. I. p. 242*.

rompues; on voit au bout de peu d'instans, leur sang noircir d'une manière très-prononcée." Dieser letztere Umstand war wohl die Folge des Tetanus der Respirationsmuskeln.

Matteucci bestätigte den objektiven Erfolg des Tetanisirens auf elektrischem Wege zuerst im Jahre 1838, ohne Nobili zu nennen [1]. Hier ist zum ersten Male von dem Ausdruck „*tetanisé*" Gebrauch gemacht, um damit den Zustand eines im Tetanus befindlichen Thieres, gleichviel wie dieser Tetanus erzeugt sei, zu bezeichnen. In Matteucci's „*Essai sur les Phénomènes électriques des Animaux*" Paris 1840. p. 28* (Chap. XI. „*Contractions tétaniques*") wird Nobili als Urheber des in Rede stehenden Versuches angeführt. In seinem „*Traité des Phénomènes électro-physiologiques des Animaux.*" Paris 1844. p. 233* zeigt er durch einen eigens dahin zielenden Versuch, worüber man sich eben nicht zu wundern hat, daſs das Tetanisiren auf elektrischem Wege den Nerven sehr viel mehr angreife, als der beständige Durchgang desselben Stroms.

Auch Valentin ist die obige Stelle Nobili's nicht fremd geblieben; er führt sie an in seinem Artikel „Galvanismus" in Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie mit Rücksicht auf physiologische Pathologie. Bd. I. Braunschweig 1842. S. 552*.

Bis dahin war das Tetanisiren auf elektrischem Wege stets nur selber Gegenstand der Neugier und darauf gerichteter Versuche gewesen. Im Jahre 1842 führte ich dagegen dasselbe zuerst mit Glück umgekehrt in die Erforschung der Muskelzusammenziehung ein, als Mittel, um die Flüchtigkeit ihrer Erscheinungen zu fesseln, und von einer längeren Dauer derselben Aufschlüsse zu erhalten, welche eine vereinzelte Zuckung unmöglich gewähren konnte.

Diese Anwendung beschränkte sich zunächst auf das elektromotorische Verhalten des Muskels während seiner Thätigkeit. Ich entdeckte nämlich mit Hülfe des Tetanisirens auf elektrischem Wege, welches ich von Nobili gelernt hatte, die negative Schwankung des Muskelstroms bei der Zusammenziehung. [2]

[1] Bibliothèque universelle. N. S. Décembre 1838. t. XVIII. p. 362*.

[2] Pogg. Ann. Jan. 1843. LVIII. 12.

Hr. Ed. Weber aber ist seitdem auf diesem, übrigens selbständig von ihm betretenen Wege, in der morphologischen und mechanischen Untersuchung des zusammengezogenen Muskels mit dem trefflichen Erfolge fortgeschritten, der oben schon verkündigt worden ist, und schon hat sein Beispiel angefangen, verschiedene Nachahmungen rege zu machen.

Aus der Gesammtheit der Erfahrungen über die elektrischen Reizversuche, wie man sie in dem 2. Kapitel des 2. Abschnitts meines Werkes dargelegt finden wird, ergeben sich, für die Natur des tetanisirenden Strömungsvorganges, folgende drei Hauptregeln, welche sämmtlich aus dem Grundsatze fliefsen, dafs der Nerv durch den Strom eine verderbliche Einwirkung erfährt, welche möglichst geschwächt werden mufs, um möglichst lange möglichst kräftigen Tetanus zu erhalten.

1. Die einzelnen Wellen oder Stöfse des Stroms müssen abwechselnd gerichtet sein.
2. Der Strom mufs, wenn der Versuch es nicht gerade anders mit sich bringt, stets so schwach gewählt werden, wie es nur irgend angeht, ohne den Zweck des Tetanisirens zu beeinträchtigen.
3. Die Gesammtzeit der Einwirkung des Stroms auf den Nerven mufs eine so geringe sein, als es nur eben die Umstände gestatten.

Abwechselnd gerichtete Ströme kann man im Wesentlichen auf zweierlei Weise hervorbringen; erstens durch Einschalten eines Poggendorff'schen Inversors [1] in den Kreis einer beliebigen Kette und zweitens der Natur der Sache nach mit jeder Induktionsvorrichtung, welche nicht ausdrücklich mit Hülfe eines Stromwenders zur Hervorbringung gleichgerichteter Ströme eingerichtet ist. Die Anwendung der Kette mit dem Inversor entspricht jedoch, wie man dem Obigen nach leicht bemerkt, dem Zweck des Tetanisirens nur unvollkommen. Der einzige Vortheil, den sie gewährt, ist der, dafs sie von vorn herein ein deutlicheres Bild und ungefähres Maafs der Ströme zuläfst, denen

[1] Pogg. Ann. 1838. XLV. 385*.

der Nerv ausgesetzt wird. Dagegen ist es mit Hülfe derselben nicht leicht genug, die Stärke des Stromes in jedem Augenblicke nach Gefallen zu beherrschen. Ferner hat sie den Uebelstand, daſs sie den Strom, länger als es nöthig ist, im Nerven bestehen läſst, vorzüglich wenn die Breite der Federn etwas groſs ist im Verhältniſs zu der entwickelten Bogenlänge eines Zahnes des Inversors. Endlich muſs man, beim Gebrauche desselben, zu Anfang und zu Ende des Drehens, darauf achten, daſs die Federn stets auf Holz stehen, was leicht eine sehr lästige Verpflichtung in solchen Augenblicken abgeben kann, wo wichtige Beobachtungen angestellt werden sollen.

Von allen diesen Mängeln sind Induktionsströme völlig frei. Was die Wahl zwischen den verschiedenen, zur Hervorbringung derselben bestimmten Vorrichtungen betrifft, so hat Hr. Weber in der vorliegenden Abhandlung den Gebrauch der Saxton-schen Maschine dringend und ausschlieſslich empfohlen. Sie bietet unläugbar den groſsen Vortheil dar, zu jeder Zeit, ohne weitere Vorbereitung schlagfertig zur Hand zu sein. Indessen ist doch noch mancherlei gegen dieselbe einzuwenden. Einmal giebt es eine sehr ausgedehnte und wichtige Klasse von Versuchen, bei denen tetanisirt werden soll, und zugleich ein höchst empfindlicher Multiplicator sich in der Nähe befinden muſs. Es bringt aber in solchen Fällen die Handhabung des kräftigen Magnetes der Saxton'schen Maschine, obschon sie leicht völlig unschädlich gemacht werden kann, stets allerlei Bedenken und Umstände mit sich, die zu vermeiden wünschenswerth erscheint. Fürs zweite ist die Stromstärke an den Saxton'schen Maschinen, wenigstens bei der üblichen Einrichtung, noch gar zu sehr der leichten Beherrschung entzogen. Fürs dritte macht das Drehen der Maschine sehr häufig einen Gehülfen nothwendig, ein Vorwurf, der zwar auch gegen den Gebrauch des Inversors erhoben werden könnte, indessen hier doch weniger bedeutend ausfällt, weil, bei dem geringen Durchmesser und Trägheitsmomente des Rades, man in vielen Fällen auch das Drehen selber besorgen kann, ohne dadurch zu sehr in der Beobachtung gestört zu werden. Ich glaube daher, daſs unter allen hier anwendbaren Hülfsmitteln der sinnreiche Neef'sche Magnetelektromotor, als „selbsttetanisirende

Vorrichtung" den Vorzug verdienen dürfte. In beliebiger Entfernung von dem Beobachtungsorte steht der kleine Apparat und arbeitet stundenlang mit der gröfsten Regelmäfsigkeit rastlos fort, wovon man stets durch den weit hörbaren musikalischen Ton, den er von sich giebt, in Kenntnifs erhalten wird. Die inducirte Drahtleitung ist irgendwo durch ein Quecksilbergefäfs oder zweckmäfsiger durch einen festen Contakt aus edlen Metallen, wie uns die elektrotelegraphische Technik damit bereichert hat, unterbrochen. So wie hier geschlossen wird, erfolgt Tetanus und hält, bis zur Erschöpfung der thierischen Gebilde, so lange an, als der Elektromotor spielt. So wie geöffnet wird, erfolgt Ruhe. Endlich gebietet man über beliebig feine Abstufungen der Stromstärke, wenn man das Werkzeug so einrichtet, dafs die inducirte Rolle aus der Ferne auf einem Schlitten oder mit Zahn und Trieb der inducirenden genähert und auf dieselbe geschoben werden kann. [1]

Uebrigens ist zu erinnern, dafs es Fälle giebt, in welchen man, trotz ihrer sonstigen Ueberlegenheit, sich doch gezwungen sieht, den Gebrauch der Induktionsvorrichtungen aufzugeben und zu dem der Kette nebst dem Poggendorff'schen Inversor zurückzukehren. Dies trifft nämlich dann ein, wenn man entweder wünscht, einen tetanisirenden Strömungsvorgang von gleicher absoluter Höhe seiner Stöfse oder Wellenberge mit der eines bestimmten Stromes von beständiger Gröfse hervorzubringen, oder wenn man zu fürchten hat, durch die von mir beschriebenen unipolaren Induktionszuckungen [2] in die Irre geführt zu werden.

D'Hombres Firmas. Merkwürdige Wirkung eines Blitzschlages.

Am 9. Oktober 1836, um $4^h 30'$ p. m. wurde der junge Spiridione Politi auf Zante, einer der ionischen Inseln, in einem Hause vom Blitz erschlagen. Der berichterstattende Arzt, Pa-

[1] Wie ich nun finde, hat schon Valentin auf die Vorzüge des Magnetelektromotors vor der Saxton'schen Maschine behufs des Tetanisirens aufmerksam gemacht. Lehrbuch der Physiologie u. s. w. 2. Aufl. Bd. II. 1847. S. 83*.

[2] S. Berl. Ber. S. 538; den 1. Bd. meines Werkes S. 423; unten unter „Induction".

schalis Nicopulo, fand die Leiche in leichter Tracht auf einem Ruhebette liegend. Die Kleidungsstücke waren zerrissen, und am Rücken schienen sie verbrannt zu sein. Der rechte Fuſs war nackt, und bot an der Sohle eine zolllange Wunde dar; der ihm entfallene Halbstiefel war in den Nähten aufgeplatzt. Um die Hüften des entkleideten Leichnams bemerkte man einen leinenen Gurt, in den auf der linken Seite acht, auf der rechten sechs Goldstücke von verschiedener Gröſse, beide Theile in Papier gewickelt, eingenäht waren. Die Goldstücke sowohl, als ihre Umhüllung waren völlig unversehrt. Fast die ganze rechte und hintere Seite des Körpers war schwarzbraun gefärbt und die Haut ebendaselbst stellenweise verletzt; die Behaarung zum gröſsten Theile verbrannt. Auf der rechten Schulter aber zeigte sich, zum nicht geringen Staunen der Beschauer, in der schwarzbraunen Färbung eine Figur ausgespart von der gesunden Hautfarbe des Leichnams, welche das genaue Ebenbild der sechs an einander gereihten Goldstücke darbot, die sich in der rechten Seite des Gurtes befanden.

In der Sitzung der physikalischen Gesellschaft, in der ich über diese Mittheilung des Hrn. d'Hombres Firmas berichtete, äuſserte ich die Vermuthung, der untersuchende Arzt möge durch eine Art von Muttermal getäuscht worden sein. Hr. Medicinalrath Quincke, der bei dieser Gelegenheit zugegen war, setzte sofort eine ungleich bessere Hypothese an die Stelle jener Annahme, indem er an gewisse chronische Hautausschläge erinnerte, welche nicht selten die Gestalt mehrerer ganz regelmäſsiger, auch wohl an einander gereihter Kreise annehmen.

Js. Pétrequin. Heilung der Schlagadergeschwülste durch Galvanopunctur.

Hr. Pétrequin theilt abermals zwei Fälle glücklicher Heilung von Aneurismen durch Galvanopunctur mit, des einen in der Kniekehle, von Hrn. Ciniselli in Cremona beobachtet, des andern in der Ellenbuge, vom Verfasser selber. Begreiflich kann der elektrophysiologische Jahresbericht in keine Casuistik der Art eingehen; hervorgehoben zu werden verdient nur, daſs aus

der jetzt vorliegenden Mittheilung deutlich erhellt, worüber man nach der im vorjährigen Bericht erwähnten im Zweifel bleiben konnte, auf welche Weise der Strom das Blut in dem aneurismatischen Sacke zum Gerinnen bringen soll. Es soll dies nicht durch die Erhitzung der Nadeln bei ihrer Berührung in demselben geschehen, sondern durch die von Brande [1] entdeckte, am gründlichsten von Joh. Müller [2] untersuchte besondere Einwirkung des Stroms, welche, aller Wahrscheinlichkeit nach, einzig auf den gerinnenmachenden Einfluſs der durch Elektrolyse ausgeschiedenen Zersetzungsstoffe hinausläuft. Es berührten sich nämlich erstens die Nadeln in der Geschwulst nicht, und fürs zweite wurden vielgliedrige Säulen von kleiner Oberfläche der Plattenpaare angewendet, Umstände, unter denen die Erhitzung eine unbedeutende Rolle spielen dürfte. Eine Vorsichtsmaſsregel, welche sich aus gewissen, durch die erzählten Fälle dargebotenen Erscheinungen als von der gröſsten Bedeutung erweist, besteht ferner darin, die Nadeln bis auf den in der Höhlung der Geschwulst befindlichen Theil mit Firniſs (am besten wohl mit dem Lack der Mechaniker. Ref.) zu bekleiden. Man wird dadurch nicht allein heftigen Schmerzen während der Operation selbst, sondern auch, was noch wichtiger ist, der drohenden Gefahr einer Arterienentzündung vorbeugen.

II. Entwickelung von Elektricität in Organismen.

A. In Pflanzen.

Hr. P. Riess hat einige Versuche bekannt gemacht, die er bereits im Jahre 1844 zur Prüfung der bekannten Angaben Pouillet's über die Elektricitätsentwickelung beim Wachsthume der Pflanzen [3] angestellt hatte. Er füllte eine isolirte Messing-

[1] Phil. Trans. 1809. 373*; — Gilbert's Annalen der Physik. 1820. Bd. LXIV. S. 354*.

[2] Pogg. Ann. 1832. Bd. XXV. S. 560*; — Handbuch der Physiologie des Menschen u.s.w. Bd. I. 3. Auflage. Coblenz 1838. S. 139*.

[3] Ann. d. Ch. et d. Ph. t. XXXV. p. 401*; — Pogg. Ann. Bd. XI. S. 430*; — Becquerel, Traité expérimental de l'Électricité et du Magnétisme. t. IV. Paris 1836. p. 169*; — Matteucci, Bibliothéque universelle. Anc. Sér. Sc. et Arts. 1835. t. LIX. p. 38*.

schale oder eine Porzellanwanne von 109 Par. Quadratz. nutzbarer Fläche mit Gartenerde, die feucht gehalten und durch einen Messingdraht mit der messingenen Collectorplatte eines Condensators von 6″ Durchm. in Verbindung gesetzt wurde. Die abgehobene Collector- oder Condensatorplatte wurde an einem Säulenelektroskope geprüft. Vom März bis zum August 1844 liefs der Verfasser elf Mal Gartenkresse (*Lepidium sativum*) in der Erde keimen, und untersuchte den Condensator täglich, bis die Kresse die Höhe von 2″ erreicht hatte. Häufig fanden sich Spuren von Elektricität im Condensator, aber bald positiver, bald negativer Art, da doch nach Pouillet die Pflanzen stets negativ sein sollten. Einige Gegenversuche mit unbesäeter Erde machten es noch dazu sehr wahrscheinlich, dafs jene elektrischen Spuren nicht von dem Pflanzenwuchse herrührten. Hr. Riess bemerkt, dafs selbst in den von Pouillet angestellten Versuchen die Annahme einer der Vegetation fremden Ursache der Elektricitätserregung nicht ausgeschlossen zu sein scheine.

B. In Thieren.

a. Elektromotorische Fische.

Am 17. August des Jahres wurde der Akademie der Wissenschaften zu Paris ein Brief des Hrn. Matteucci an Dumas vorgelegt, welcher folgende Dinge enthält. Erstlich einen Auszug aus der oben S. 442 ff. besprochenen Abhandlung in den *Philosophical Transactions*, worin Ritter's Lehre von den Modificationen der Erregbarkeit durch geschlossene Ketten wiedererweckt wird; diese Abhandlung pflegt Hr. Matteucci, nach Hrn. Faraday's Beispiel, als vierte Reihe seiner Untersuchungen über Elektrophysiologie zu bezeichnen. Sodann findet sich in jenem Brief ein Abrifs von Hrn. Matteucci's anderwärts noch nicht erschienenen, vermuthlich gleichfalls für die *Philosophical Transactions* bestimmten fünften Reihe von Untersuchungen. Diese soll in zwei Theile zerfallen; der erste Theil handelt vom Zitterrochen, der zweite von Hrn. Matteucci's „*contraction*

induite". Was aus diesem letztern mitgetheilt ist, wird unter *b.* besprochen werden.[1]

In dem Auszuge aus dem erstern Theile verspricht Herr Matteucci neue Versuche über den Zitterrochen, führt jedoch keinen derselben an. Sondern er ergeht sich in theoretischen Betrachtungen über die Gesetze der Entladung der Zitterfische. Ich mufs leider in Betreff derselben die Bemerkung erneuern, die ich mir bereits im vorjährigen Berichte über eine ganz ähnliche Leistung erlaubt habe.

Im Beginn seiner Untersuchungen über die Zitterfische vertheidigte Hr. Matteucci mit vieler Leidenschaftlichkeit den Satz, die Elektricität dieser Thiere werde in ihrem Gehirn entwickelt. Diese Ansicht hatten, in viel frühern Zeiten, bereits Galvani und und Ritter ausgesprochen; Hr. Matteucci hatte sie, ohne seine Quelle zu nennen, Becquerel dem Aelteren entlehnt. Es zeigte sich, dafs sie unhaltbar sei. Ohne sie jemals ausdrücklich zu widerrufen, liefs sie Hr. Matteucci nicht ohne Geschicklichkeit ganz allmälig zu Boden gleiten, und verfocht von nun an, bis zum Jahre 1845, mit lauter Stimme und grofser Entschiedenheit die Behauptung, dafs es unmöglich sei, zwischen dem elektromotorischen Organ der Zitterfische und den Säulen unserer Laboratorien, wie auch unseren sonstigen elektromotorischen Vorrichtungen, die mindeste Analogie aufrecht zu erhalten.

Ich hatte indessen schon im Januar 1843, in meinem „*vorläufigen Abrifs einer Untersuchung über den Froschstrom und die elektromotorischen Fische*," eine sehr entgegengesetzte Meinung äufsern zu dürfen geglaubt. Meine Absicht ist damals von deutschen Physiologen misverstanden worden. Unbekannt mit der Vorstellung einer mathematischen Theorie, welche darin besteht, aus einer bestimmten Voraussetzung über die Anwendung und das Gröfseverhältnifs gegebener Kräfte die Gesetze ihrer Wirkungen abzuleiten, unterlegten mir diese Phy-

[1] Diese Zahlen beziehen sich natürlich allein auf die in den Transactions erschienenen Arbeiten. Alles in Allem möchten Hrn. Matteucci's seit dem Jahre 1829 laufenden Aufsätze über die thierische Elektricität, ohne die Parallelstellen in verschiedenen Zeitschriften, einige siebenzig betragen.

siologen das Bestreben, ich hätte eine physikalische Theorie des Schlages der Zitterfische geben, die Entstehung jener Kräfte erklären wollen, und konnten nun natürlich nicht begreifen, was mit meinen Auseinandersetzungen gewonnen sei. Ich aber wollte nichts anderes, als zeigen, dafs, wenn man jeden Punkt des Organs der Zitterfische sich in einer bestimmten Richtung als elektromotorisch wirkend vorstellt, die Gesetze der Entladung die sein müssen, die man in Wirklichkeit wahrnimmt, ein Bestreben welches, wenn es Kleines mit Grofsem zu vergleichen vergönnt ist, sich zu dem mir untergestellten verhält, wie dasjenige, welches in Ohm's Gesetzgebung sein Ziel gefunden hat, zu der vor der Hand ganz haltlosen Speculationen den Elektrochemiker über den Ursprung des galvanischen Stroms. Allerdings scheint der geringe Erfolg, den jene Gesetzgebung über ein Jahrzehend hindurch gehabt hat, zu lehren, dafs es Köpfe gebe, denen, vermöge ihrer Organisation, nicht klar zu machen ist, was mit einer solchen Einsicht gewonnen sei; über das nicht zu vermeidende Schicksal, von diesen mifsverstanden zu werden, mufs man suchen sich so gut es angeht hinwegzusetzen. Jene Absicht nun, durch die Anschauung — durch Rechnung ist auch jetzt, nach Kirchhoff's und Smaasen's Arbeiten, hier noch nichts auszurichten und wird sobald nichts auszurichten sein — eine Theorie des Schlages der Zitterfische zu geben, bin ich überzeugt, damals bereits, und zuerst, in den Hauptzügen wirklich erreicht zu haben. Ich kann hier nur soviel sagen, dafs ich jetzt, durch zahlreiche völlig schlagende Versuche, in den Stand gesetzt bin, mich mit solcher Bestimmtheit auszusprechen.

Bis zum Jahre 1845 hat Hr. Matteucci über meine Arbeit geschwiegen. Im April dieses Jahres hat er die Negativität der Sehne und die Einerleiheit von Frosch- und Muskelstrom als seine Entdeckungen bekannt gemacht, ohne mich zu nennen, obschon ich zwei Jahre früher dasselbe mit viel gröfserer Schärfe und in viel gröfserer Vollständigkeit auseinandergesetzt hatte. Im folgenden Monat August erklärt Herr Matteucci plötzlich, dafs das elektromotorische Organ einer Säule zu vergleichen sei, ohne weder mich zu nennen, noch seine Meinung irgend zu bele-

30 *

gen, noch endlich sein früheres Absprechen mit einer Sylbe zu beschönigen oder zu widerrufen. Dabei läfst er, an einer Stelle, die Kenntnifs meiner Arbeit deutlich durchblicken. Unter den „*certains ouvrages allemands*" kann, so viel ich sehe, nichts anderes als mein „*vorläufiger Abrifs*" mit Bezug auf S. 29. §. 74 gemeint sein. Aber erst im September darauf erklärt Hr. Matteucci ausdrücklich meine Abhandlung gelesen zu haben, ohne jedoch des Theils derselben, der sich auf die elektromotorischen Fische bezieht, Erwähnung zu thun.

In der vorliegenden Mittheilung nun beutet Hr. Matteucci meine Untersuchung über die elektromotorischen Fische weiter aus. Ich fühle mich nicht berufen, darzulegen, in welchen Punkten er mich recht, in welchen unrecht verstanden habe, was er falsches oder richtiges hinzufügt oder fortläfst. In dem zweiten Bande meines Werkes: „*Untersuchungen über thierische Elektricität*" wird sich die Theorie der Entladung der Zitterfische ausführlicher als im „*vorläufigen Abrisse*" und mit den beweisenden Versuchen ausgestattet, mitgetheilt finden.

Aufmerksam machen aber möchte ich, wegen gewisser Vorgänge, die ich in nicht zu weiter Zukunft mit Bestimmtheit voraussehe, auf folgende Aeufserung des Hrn. Matteucci. Er sagt ausdrücklich: „*Tout cela est bien loin, je le répète pour la centième fois, de la conclusion à laquelle, suivant M. Berzélius, je serais parvenu, c'est-à-dire celle de l'identité de la force nerveuse et du courant électrique.*" Man merke wohl: im Jahr 1846 läugnet Hr. Matteucci mit Emphase die Einerleiheit des Nervenprincips und der Elektricität. Die Zeit ist wohl nicht fern, wo Hr. Matteucci „*sicut suus est mos*" mit der gröfsten Unbefangenheit diese Einerleiheit ebenso bestimmt behaupten, und in fünfzig Aufsätzen in allen Sprachen als seine Entdeckung auspreisen wird.

Hr. Matteucci theilt auch noch, ohne nähere Umstände, eine Thatsache mit, die er an dem Zitteraale im Königlichen Schlosse zu Neapel entdeckt hat. Dieser soll nämlich nach Willkür bald mit seinem ganzen Organ, bald nur mit einem Theil desselben schlagen. v. Humboldt hat dies bereits vermuthungs-

weise ausgesprochen,[1] was Hr. MATTEUCCI zu bemerken vergifst; wir wollen abwarten, mit welcher Strenge letzterer den schwer zu liefernden Beweis für seine Behauptung führen wird.

CH. ROBIN. Untersuchungen über ein mehreren Rochen eigenthümliches Organ.

RÜPPELL[2] hat zuerst bei einem Nilfisch, *Mormyrus longipinnis*, ein nervenreiches Organ von unbekannter Verrichtung beschrieben, von welchem sich jetzt findet, dafs es unter sehr verschiedenen Gattungen von Fischen einer ziemlich grofsen Verbreitung geniefst. Schon im Jahre 1845 nämlich fand STARK in Edinburgh dieses Organ im Schwanz von *Raja batis* und *clavata* wieder auf, ohne Kenntnifs von RÜPPELL's Entdeckung zu haben. Er glaubte, in demselben ein Analogon des elektromotorischen Organes der Zitterrochen zu erkennen. Allein GOODSIR, der es gleich nach ihm untersuchte, sah es für eine blofse Muskelschicht an.[3] In der vorliegenden Arbeit nun wird, Hrn. ROBIN's Aussage nach, der nirgends eine Angabe darüber hat ausfindig machen können, das RÜPPELL'sche Organ zum drittenmale selbständig bei den Rochen wiederentdeckt. Wie vor ihm STARK, giebt er dasselbe für ein vollständiges Ebenbild eines elektromotorischen Organes aus, und nimmt keinen Anstand, ihm *a priori* die nämlichen Verrichtungen beizumessen. Diese Hoffnung ist jedoch, wie der folgende Jahresbericht lehren wird, nicht oder nur auf zweideutige Weise in Erfüllung gegangen. Da es demnach zweifelhaft ist, ob jenes Organ nicht dem Gebiete der Elektrophysiologie nur vorübergehend angehört haben wird, wollen wir seine nähere Beschreibung bis zur Entscheidung dieser Frage versparen. Noch in dem nämlichen Jahre ist es üb-

[1] Receuil d'Observations de Zoologie et d'Anatomie comparée. Paris 1811. vol. I. 4°. p. 72*.

[2] Fortsetzung der Beschreibung und Abbildung mehrerer neuer Fische, im Nil entdeckt u. s. w. Frankfurt am Main. 1832. 4°. S. 8. 9*.

[3] Annals and Magazine of Natural History. Febr. 1845. XV. 121. 122*.

rigens von Erdl in München bei *Gymnarchus niloticus* aufgefunden worden.[1]

---

b. Der sogenannte Frosch- und Muskelstrom, nebst der *Contraction induite* Matteucci's.

Das September- und Octoberheft der *Annales de Chimie et de Physique* enthalten eine französische Uebersetzung von drei Abhandlungen über die in der Aufschrift genannten Gegenstände, welche im vorigen Jahre in den *Philosophical Transactions* in englischer Sprache erschienen sind. Die beiden ersten Aufsätze, über den Muskelstrom und über den Froschstrom, sind dabei nur ausgezogen; der über die „*Contraction induite*" ist vollständig wiedergegeben. In der Abhandlung über den Froschstrom, wo Hr. Matteucci endlich die Negativität der Sehne und die Einerleiheit von Frosch- und Muskelstrom einsieht, die ihm zehn Jahre lang hatten entgehen können, geschieht meiner keine Erwähnung, obschon doch Hr. Matteucci seitdem ausdrücklich zugestanden hat, meine zwei Jahr ältere Arbeit gelesen zu haben, in der diese Gegenstände auseinandergesetzt werden. Hieraus ergiebt sich abermals klärlich die Absicht, sich mit fremden Federn zu schmücken.

Dieselbe Bemerkung gilt von einem Vortrage, den Herr Matteucci vor der Brittischen Naturforscherversammlung zu Southampton hielt. Hier gab derselbe eine Darstellung des gesammten Zustandes der Elektrophysiologie, wie er in diesem Augenblicke vor seinen Augen schwebt. Er lehrt, ohne dabei meiner zu gedenken, die Einerleiheit von Frosch- und Muskelstrom, und giebt ebenso die Theorie der Entladung der elektromotorischen Fische für seine Leistung aus. Er giebt sodann, worauf ich allerdings weniger Anspruch mache, eine Vorstellung von seiner oben (S. 452) von uns beleuchteten Theorie der elektrischen Reizversuche, wiederholt auch hier ausdrücklich, dafs alle Erfahrungen der Meinung von elektrischen Strömen in den Nerven entgegen seien, und behauptet schliefslich, dafs die „Con-

[1] München. gel. Anz. No. 203. S. 508*.

traction induite" auf keine Weise unter der Voraussetzung einer elektrischen Wirkung erklärt werden könne, sondern sie sei: *„an elementary phenomenen of the nervous power which acts in muscular contraction and is analogous to all actions of induction of physical powers."*

Diese letztere Erscheinung betreffend, theilt Hr. Matteucci in seinem Brief an Hrn. Dumas vom 17. August d. J. aus dem zweiten Theile seiner fünften Reihe von Untersuchungen in den *Philosophical Transactions* folgendes mit. 1. Die inducirte Zuckung, oder allgemeiner gesprochen, vielmehr die Inductionswirkung der Nervenkraft, geht einzig und allein von dem zuckenden Muskel aus. Weder der Nerv noch das Centralnervensystem, noch irgend ein anderes Organ, sind im Stande diese Zuckung zu erregen. 2. Die inducirte Zuckung erfolge auch von solchen Muskeln aus, die (nach Ritter's Entdeckung) dadurch in Tetanus versetzt sind, dafs ein lange in aufsteigender Richtung in ihnen unterhaltener Strom plötzlich unterbrochen wurde. War der Strom absteigend, wobei keine Zuckung des inducirenden Muskels erfolgt, so bleibt auch die inducirte Zuckung aus. — Durch diese Thatsachen scheint mir der Verfasser die Beantwortuug der Frage nach der Natur der inducirten Zuckung, die doch seit drei Jahren in Joh. Müller's *Handbuch der Physiologie* (Bd. I. 4. Auflage. 1844. S. 557) längst gedruckt steht, nicht viel näher gerückt zu sein.

---

c. Elektrische Ströme in den Nerven.

Élie Wartmann. Ueber das Nichtvorhandensein elektrischer Ströme in den Nerven.

Hr. Wartmann hat sich der unabsehbaren Reihe derjenigen angeschlossen, welche, seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts, sich vergeblich bemüht haben, elektrische Wirkungen an den Nerven nachzuweisen. Ihm diente ein trefflicher Multiplicator von Bonijol in Genf mit nicht weniger als 3000 Windungen und Platinenden. Diese wurden fortwährend in destillirtem Wasser gehalten; Herausheben aus demselben und Wiederumeintauchen

liefs die Nadel auf Null, und doch wurde sie durch der Strom beim Anlegen der Platinenden an die obere und untere Zungenfläche in einer beständigen Ablenkung von 23° gehalten. Hr. Wartmann legte den Cruralnerven eines seit mehren Stunden todten Kaninchens mit der gröfsten Sorgfalt in 12^{cm} Länge blofs, und berührte ihn an verschiedenen Stellen mit den Platinenden; es erfolgte keine Spur von Strom. Nun wurde eine Bunsen'sche Kette in den Kreis eingeführt, und Hr. Wartmann entdeckte, dafs der Nerv um so schlechter leite, je mehr er austrockne, dafs er weit schlechter leite als Kupfer, so dafs die Abwesenheit von Strömen nicht etwa blofs darauf beruhe, dafs der Nerv, für seinen eignen Strom und in Bezug auf den Multiplicatordraht, eine Nebenschliefsung von unendlich kleinem Widerstand bilde. Ebensowenig gelang es an dem unter Beistand des Hrn. Recordon in 5^{cm} Länge entblöfsten Cruralnerven eines lebenden Kaninchens eine Spur von Strömen zu entdecken. Endlich wiederholte Hr. Wartmann seine Versuche mit Hrn. Levrat sogar an dem *N. facialis* eines zehnjährigen Pferdes „*d'un tempérament très-nerveux.*" Auch hier blieb, wenn mit der gehörigen Vorsicht verfahren wurde, die Nadel vollständig in Ruhe, gleichviel ob man den Abstand der Berührungspunkte veränderte, oder das Thier reizte, welches sehr zu leiden schien, oder ob endlich der Nerv zwischen beiden Platinenden zerschnitten wurde, nachdem man die ihn isolirt haltenden Wachstaffetstreifen entfernt hatte. „*On voit donc qu'en agissant sur les nerfs du mouvement, comme sur ceux de la sensation (?), les conclusions formulées par M. Matteucci demeurent également vraies.*"[1]

---

d. Anhang.

Von der Uebereinstimmung einiger vitalen und elektromagnetischen Gesetze.

Hr. Bullar hat sich zu überreden vermocht, dafs die Gesetze, nach denen die Gefäfsbildung in der *Area vasculosa* bei der Ent-

[1] Vergl. hiezu Pogg. Ann. Jan. 1843. LVIII. 7.

wickelung des Hühnchens vor sich geht, einerlei seien mit denen des Elektromagnetismus. Er hat diese Vorstellungsweise, von der ich dahingestellt sein lasse, in wie weit sie den deutschen Embryologen zusagen werde, zum Gegenstande eines ausführlichen Vortrages vor der Brittischen Naturforscherversammlung zu Southampton im September d. J. gemacht.

Hr. John Herschel hat hievon Gelegenheit genommen, der Versammlung seine Ansicht von dem elektrischen Molecularmechanismus der Muskelzusammenziehung vorzulegen. Er denkt sich die Muskeln als aus Sphaeroïden zusammengesetzt, welche im Zustande der Ruhe ihre grofsen Axen der Länge nach gerichtet haben, bei der Zusammenziehung aber durch einen in den Nerven oder sonst in ihrer Umgebung kreisenden Strom um 90° umgelegt worden, so dafs sämmtliche grofse Axen der Quere nach zu liegen kommen, wovon die Folge allerdings Verkürzung und Verdickung des Muskels bei gleichem Rauminhalt sein könnte.

Diese Theorie ist nicht neu; sie ist nämlich schon vom Dr. William Croone, dem Stifter der periodisch wiederkehrenden Vorlesung über die Muskelzusammenziehung vor der Londner *Royal Society* („*Croonian Lecture*") gegen das Ende des 17. Jahrhunderts ausgesprochen worden.[1]

Von den oben angeführten Abhandlungen des Hrn. Ducros ist nur der Titel bekannt geworden.

Die Geschichte Angélique Cottin's.

Auch dem diesjährigen Bericht über Elektrophysiologie ist es beschieden, mit der Darlegung einer jener wissenschaftlichen Mystificationen zu schliefsen, wie sie in diesem Gebiete, wegen der auf mehren seiner Grenzen herrschenden Unsicherheit, bekanntlich nicht selten sind.

[1] Vergl. v. Humboldt's Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser u. s. w. 1797. Bd. II. S. 58 Anm.*

Im Februar d. J. stellten zwei Pariser Aerzte, die Hrn. Cholet und Tanchou, ein vierzehnjähriges Mädchen, Namens Angélique Cottin, aus dem *Département de l'Orne*, bislang Arbeiterin in einer Fabrik gewirkter Handschuhe, Hrn. Arago auf der Sternwarte vor, mit der Angabe, dafs dieselbe seit einem Monate höchst aufserordentliche Erscheinungen darbiete. Diese Erscheinungen waren, wie sie Hrn. Arago sofort gezeigt wurden, folgende. Aeufserst heftige Bewegungen, wenn sich die Cottin auf einen Stuhl niederliefs. Angeblich ähnliche Bewegungen schwerer Gegenstände, die durch die Schürze der Cottin in die Ferne ausgeübt werden sollten. Auf die Magnetnadel fand Hr. Arago keine Wirkung. Die Abstofsung, die durch die Hand des Mädchens an einem aufgehängten Blatte Papier sichtbar wurde, war nicht stärker als sie sich auch bei andern Individuen zeigt. Trotz dieser verneinenden Ergebnisse seiner vorläufigen Prüfung forderte der beständige Schriftführer die Akademie auf, eine Commission zu ernennen, um der Aufdeckung des Betruges, wenn solcher stattfinde, gröfseres Gewicht zu geben und um dem Verlangen der, entweder denselben schützenden oder selbst dadurch hintergangenen Aerzte Genüge zu thun. Der eine davon, Hr. Tanchou, zog sehr bald darauf seine früheren Aussagen zurück. Die niedergesetzte Commission, bestehend aus den Hrn. Arago, Becquerel, Isid. Geoffroy-St. Hilaire, Babinet, Rayer und Pariset, verfolgte indessen ihren Zweck. Sie erstattete nach kurzer Zeit der Akademie einen Bericht, welcher, wie zu erwarten war, nicht sehr zu Gunsten der Cottin ausfiel. Weder hatte sie vermocht, durch Berührung mit einem Seidenfaden einen Leuchterstuhl umzuwerfen, noch die Magnetnadel durch ihren Arm aus der Ferne abzulenken, noch endlich die Magnetpole durch blofses Tasten zu unterscheiden. Die einzige übrigbleibende Thatsache waren jene äufserst heftigen Bewegungen der Stühle, auf denen die Cottin Platz nahm. Die Commission hat die Art und Weise, wie dieselben erzeugt wurden, nicht näher untersuchen können. Denn als sie ohne Umschweif erklärte, dafs ihre Absicht dahin gehe, den Antheil zu entdecken, den gewisse versteckte Hand- und Fufsgriffe an dieser Erscheinung haben möchten, ward ihr von Seiten der die Cottin bevormundenden Personen eröffnet,

dafs dieselbe für den Augenblick ihre auferordentlichen Fähigkeiten eingebüfst zu haben scheine. Nichtsdestoweniger fuhr währenddem die entlarvte Betrügerin fort, in den gläubigen Salons der Metropole der Civilisation ihre Vorstellungen im Gebiete der höheren Physik an den Mann zu bringen.

Dr. E. du Bois-Reymond.

---

7. Elektromagnetismus, Magnetelektricität und Induktion.

A. Theorie.

Neumann. Allgemeine Gesetze der inducirten Ströme. Pogg. Ann. LXVII. 31*; Monatsber. d. Berl. Ak. 1845.

W. Smaasen. Vom dynamischen Gleichgewichte der Elektricität in einer Ebene oder in einem Körper. Pogg. Ann. LXIX. 161*.

W. Weber. Elektrodynamische Maafsbestimmungen. Abh. d. Sächs. Ak. 1846. p. 211*.

Poggendorff. Ueber ein Problem bei linearer Verzweigung elektrischer Ströme. Pogg. Ann. LXVII. 273*; Monatsber. der Berl. Ak. 1846. p. 3*; Inst. No. 654. p. 243*; Ann. d. ch. et d. ph. XVIII. 489*.

Kirchhoff. Nachtrag zu dem Aufsatze über den Durchgang eines elektrischen Stromes durch eine Ebene, besonders eine kreisförmige. Pogg. Ann. LXVII. 344*.

Sinsteden. Elektrische Spannungserscheinungen, selbst Funken an ungeschlossenen Induktionsspiralen, und an Magneten, welche Elektricität in diesen Spiralen induciren. Pogg. Ann. LXIX. 353*.

Page. Law of electro-magnetic induction. Sillim. J. 1846. II. 202*.

Neumann. Allgemeine Gesetze der inducirten elektrischen Ströme.

Hr. Neumann hat die mathematischen Ausdrücke für die Intensitäten der in lineären Leitern inducirten elektrischen Ströme entwickelt. Er geht dabei von dem Gesetze aus, dafs in einem Elemente eines Leiters, Ds, wenn es mit der Geschwindigkeit v bewegt wird, durch ein ruhendes Stromelement $D\sigma$ eine elektrische Kraft inducirt wird, welche

$$= -\varepsilon . v . \; C . Ds . D\sigma$$

ist, wo ε eine Constante, $c\,Ds\,D\sigma$ die nach der Richtung der Bewegung von Ds zerlegte Wirkung des Elementes $D\sigma$ auf das Element Ds bezeichnet, das letztere von der Einheit des Stromes durchflossen gedacht. Zu diesem Gesetze wurde er geführt, indem er die einfachste Annahme machte, durch welche der Lenz'sche Satz: dafs die Wirkung, welche der inducirte Leiter ausübt, wenn die Induktion durch eine Bewegung des letzteren hervorgebracht ist, immer einen hemmenden Einflufs auf diese Bewegung ausübt, — und der Satz: dafs die Stärke der momentanen Induktion proportional mit der Geschwindigkeit dieser Bewegung ist, — erklärt wurden.

Nach dem ausgesprochenen Gesetze kann man die in einem bewegten Leiter durch einen ruhenden Strom inducirten elektromotorischen Kräfte berechnen; um die aus diesen resultirenden Stromstärke ermitteln zu können, löst Hr. Neumann die folgende Aufgabe: In einem geschlossenen lineären Leiter, in welchem die Länge eines unbestimmten Stückes von einem festen Querschnitte durch s bezeichnet werde, wird in jedem Element zur Zeit t die elektromotorische Kraft $E.Ds$ erregt, wo E eine Funktion von s und t ist; es soll die daraus hervorgehende Stromstärke bestimmt werden. Er nennt u die elektrische Spannung im Elemente Ds zur Zeit t, q den Querschnitt, k die Leitungsfähigkeit des Leiters, dann ist die Stromstärke in Ds zur Zeit t (d. h. die den Querschnitt in der Zeiteinheit durchströmende Elektricitätsmenge):

$$-k \cdot q. \left(\frac{\partial u}{\partial s} - E\right)$$

Für u gilt die Differentialgleichung

$$\frac{\partial u}{\partial t} = k\left(\frac{\partial^2 u}{\partial s^2} - \frac{\partial E}{\partial s}\right)$$

und die Bedingung, dafs, wenn L die Länge des ganzen Leiters bezeichnet, für $s = 0$ und für $s = L$ die Spannung sowohl als die Stromstärke denselben Werth haben müssen. Hr. Neumann entwickelt den sich hieraus ergebenden Werth von u in eine unendliche Reihe, und zeigt aus dieser, dafs, da k sehr grofs ist, die Stromstärke

$$= \frac{qk}{L}\int_0^L E\,ds$$

gesetzt werden kann, d. h. dafs das Ohm'sche Gesetz auch anwendbar ist, wenn die elektromotorischen Kräfte Funktionen der Zeit sind. Vorausgesetzt ist hierbei, dafs E sich nicht so schnell mit der Zeit ändert, dafs $\frac{\partial E}{\partial t}$ einen mit k vergleichbaren Werth hat.

Hierdurch sind die Ströme, welche in bewegten Leitern durch ruhende Ströme inducirt werden, vollkommen bestimmt; alles, was über diese Ströme in der vorliegenden Abhandlung weiter gesagt ist, sind Folgerungen, die aus dem angegebenen Gesetze analytisch abgeleitet sind. Hr. Neumann nennt den inducirten Differentialstrom diejenige Quantität Elektricität, die während des Zeitelements dt durch einen Querschnitt des Leiters gegangen ist, den inducirten Integralstrom die Quantität Elektricität, die während einer endlichen Zeit durch denselben gegangen ist. Der Integralstrom, der in einem Leiter inducirt worden ist, während er von einer Lage in eine andere übergegangen ist, ist unabhängig von der Geschwindigkeit, mit der der Leiter s einen Weg durchlaufen hat, und hängt nur von der Lage und Länge dieses Weges ab. Die elektromotorische Kraft des Integralstroms ist der Verlust an lebendiger Kraft, welchen der Inducent in dem bewegten Leiter auf dem durchlaufenen Wege hervorbringt, den Leiter immer von dem constanten Strome ε durchflossen gedacht.

Man kann annehmen, dafs, wenn einem Stromelemente und einem Leiterelemente eine gemeinschaftliche progressive Bewegung gegeben wird, die Induction des ersten in dem zweiten nicht geändert wird; es folgt hieraus, dafs in einem ruhenden Leiterelemente durch ein bewegtes Stromelement dieselbe elektromotorische Kraft inducirt wird, als wenn das Stromelement ruhte und das Leiterelement sich mit derselben Geschwindigkeit in entgegengesetzter Richtung bewegte, als früher das Stromelement. Hieraus beweist Hr. Neumann die beiden folgenden Sätze, die beide dazu dienen, den Fall der Induktion in ruhenden Leitern durch bewegte Ströme auf den Fall der Induktion in bewegten Leitern durch ruhende Ströme zu reduciren:

1) Wenn von zwei Leitern A und B der Leiter A sich gegen B bewegt, so wird dieselbe elektromotorische Kraft erzeugt, der inducirende Strom mag in A oder B fliefsen.

2) Wenn ein Leiter A sich in Beziehung auf einen Leiter B bewegt, ohne eine Formveränderung zu erleiden, so werde diejenige Bewegung, welche B erhält, wenn beiden Leitern eine solche gemeinsame Bewegung ertheilt wird, dafs A an seinem Orte verharrt, die der Bewegung von A entgegengesetzte Bewegung genannt; dann gilt der Satz, dafs in einem Leiter durch einen Strom dieselbe elektromotorische Kraft erregt wird, der Strom mag bewegt werden oder der Leiter, wenn nur die Bewegung des einen der Bewegung des anderen entgegengesetzt ist.

Den Ausdruck für die in einem bewegten Leiter inducirte elektromotorische Kraft entwickelt Hr. Neumann zuerst für den Fall weiter, dafs der inducirende Strom ein Solenoïdstrom ist, dessen eines Ende im Unendlichen liegt. Ein solches Solenoïd kann durch einen magnetischen Pol ersetzt werden, der sich an der Stelle des im Endlichen liegenden Solenoïdpols befindet; diese Untersuchung führt also zu den Gesetzen der durch einen Magnetpol hervorgebrachten Induktion. Es wird hier, wie überall im Folgenden, vorausgesetzt, dafs der bewegte Leiter keine Formveränderung erleide; es ergiebt sich, dafs man, um die durch einen Pol in einem bewegten Leiter inducirte elektromotorische Kraft zu erhalten, die Bewegung des Leiters in eine progressive und eine um den Pol stattfindende Drehung zu zerlegen, und die durch beide Bewegungen erregten elektromotorischen Kräfte zu addiren hat. Die durch die progressive Bewegung inducirte elektromotorische Kraft ist dieselbe, welche erregt wird, wenn der Leiter ruht und der Pol sich in entgegengesetzter Richtung bewegt, und diese ist gleich der Geschwindigkeit des Pols, multiplicirt mit der negativen in der Richtung der Bewegung des Pols gemessenen Wirkung des Leiters auf den Pol, die Stromstärke im ruhenden Leiter $= \varepsilon$ gesetzt. Die elektromotorische Kraft der drehenden Bewegung ist $= 0$, wenn der Leiter ein geschlossener ist; ist er ungeschlossen, so ist sie gleich der Winkelgeschwindigkeit desselben multiplicirt mit der Differenz der Cosinusse der Winkel, welche die von dem Pol nach den beiden Endpunkten des Leiters gezogenen Geraden mit der Drehungsaxe bilden, und multiplicirt mit $-\varepsilon\varkappa$, wo $\varkappa$ den freien Magnetismus des Poles bezeichnet.

Auf den Fall der Induktion in einem bewegten Leiter durch einen ruhenden Pol läfst sich der Fall der Induktion in einem ruhenden Leiter durch einen bewegten Pol zurückführen. Es ergiebt sich hierbei, dafs in einem ungeschlossenen Leiter ein Pol, ohne seinen Ort zu verlassen, allein durch seine Drehung um sich selbst elektromotorische Kräfte inducirt.

Um die Induktion eines ruhenden Poles in einem bewegten ungeschlossenen Leiter experimentell darzustellen, mufs ein Theil der Schliefsung, welche dem inducirten Strome natürlich dargeboten sein mufs, ruhen, der andere bewegt werden. Ohne die Induktion zu ändern, kann man diesen bewegten Leiter ruhen lassen, und dem Pole die entgegengesetzte Bewegung geben; es mufs aber dabei der früher ruhende Theil der Schliefsung mit dem Pole zusammen bewegt werden. Ein Beispiel für die Induktion, welche durch einen Magnetpol, der sich um sich selbst dreht, in einem ungeschlossenen Leiter hervorgebracht wird, ist die Weber'sche unipolare Induktion.

Aus den Formeln, welche für die durch einen magnetischen Pol hervorgebrachte Induktion gelten, entwickelt Hr. Neumann die Formeln für die elektromotorischen Kräfte, die von einem Magnete in einem Leiter durch Bewegung inducirt werden. Er findet, dafs auch in Bezug auf die Induktion der im Innern des Magnetes befindliche Magnetismus durch diejenige, auf der Oberfläche desselben verbreitete Schicht magnetischer Flüssigkeit ersetzt werden kann, welche nach einem Gauss'schen Satze auf einen äufseren Pol gleiche Wirkung hat, wie der im Innern befindliche Magnetismus.

Darauf untersucht Hr. Neumann die Ströme, welche durch plötzliches Auftreten oder Verschwinden von Magnetismus erregt werden, indem er den Akt der Magnetisirung oder Entmagnetisirung als eine Bewegung der beiden magnetischen Flüssigkeiten innerhalb eines jeden Atomes ansieht. Bei dieser Art der Induktion darf man nur den Fall betrachten, dafs der Leiter geschlossen ist; denken wir uns diesen von einem Strome von der Intensität s durchflossen, so lassen sich die Kräfte, welche ein Magnet auf denselben ausübt, durch ein Potential darstellen; es

ergiebt sich, dafs die durch eine Veränderung des magnetischen Zustandes in dem Leiter inducirte elektromotorische Kraft gleich der dadurch herbeigeführten Veränderung dieses Potentials ist. Dasselbe Gesetz findet, sobald der Leiter geschlossen ist, statt, auch wenn die Induktion durch Bewegung des Magnetes oder des Leiters hervorgebracht ist. Hr. Neumann stellt daher den Satz auf, dafs jede Ursache, welche das Potential eines Magnetes in Bezug auf einen geschlossenen Leiter, diesen von dem Strome ε durchflossen gedacht, verändert, in dem Leiter einen Strom inducirt, dessen elektromotorische Kraft gleich der Veränderung des Potentials ist.

Da ein geschlossener Strom immer durch einen Magnet ersetzt werden kann, so mufs dieses Gesetz auch für die Ströme gelten, welche von einem geschlossenen Strome in einem geschlossenen Leiter durch Bewegung inducirt werden. Hr. Neumann folgert daraus, dafs jede Ursache, welche das Potential eines geschlossenen Stromes in Beziehung auf einen geschlossenen Leiter, diesen von dem Strome ε durchflossen gedacht, verändert, in diesem einen Strom inducirt, dessen elektromotorische Kraft = der Veränderung des Potentials ist. Hierdurch sind auch die Ströme bestimmt, welche durch Veränderung der Intensität eines Stromes inducirt werden. Aufserdem gewährt dieser Satz den Vortheil, dafs durch ihn der Ausdruck der elektromotorischen Kraft des Integralstromes, der von einem geschlossenen Strome in einem geschlossenen Leiter durch Bewegung inducirt wird, auf ein zweifaches Integral zurückgeführt ist, während derselbe früher als ein dreifaches erschien. Das Potential zweier Ströme ist nämlich ein zweifaches Integral; und früher war nach der Bahn des bewegten Elementes und nach den beiden Bögen des Stromes und des Leiters zu integriren.

Die Zurückführung des dreifachen Integrals, durch welches die inducirte elektromotorische Kraft des Integralstroms ausgedrückt ist, auf ein zweifaches, zeigt Hr. Neumann weiter, ist immer möglich, wenn der inducirende Strom oder der Leiter geschlossen ist. Er beweist nämlich, dafs die elektromorische Kraft, welche in einem unter dem Einflufs eines geschlossenen Stromes σ be-

wegten Leiter s inducirt wird, gleich ist dem Potential von σ in Bezug auf das geschlossene Viereck, welches aus der Curve des Leiters selbst in ihrer Anfangs- und Endposition und den während seiner Bewegung von seinen Endpunkten beschriebenen Curven gebildet wird, wenn dieses Viereck von einem Strome ε durchflossen gedacht wird.

Auf diesen Fall, dafs der inducirende Strom geschlossen ist und ruht, lassen sich die anderen Fälle, bei denen der Leiter geschlossen ist, oder dieser ruht, mit Hülfe der beiden zu Anfange aufgestellten Sätze reduciren.

Es hatte sich für das Potential zweier geschlossenen Ströme von der Intensität 1 der Ausdruck

$$\frac{1}{2} S \Sigma \frac{1}{r} \cos(Ds, D\sigma).\, Ds.\, D\sigma$$

ergeben, wo Ds ein Element des einen, $D\sigma$ ein Element des andern Stromes, $(Ds, D\sigma)$ den Winkel, den diese beiden mit einander bilden, r die Entfernung derselben bezeichnet, und die Zeichen S, Σ Integrationen andeuten, die über die Curven der beiden Ströme auszudehnen sind. Diesen Ausdruck — bei dessen Ableitung Hr. Neumann Gelegenheit genommen hat, den bisher noch nicht ausgesprochenen Satz zu beweisen, dafs die Anziehungskraft zweier Elemente Ds und $D\sigma$, welche geschlossenen Strömen von der Intensität 1 angehören,

$$= \frac{1}{2r^2} \cos(Ds, D\sigma).\, Ds.\, D\sigma$$

gesetzt werden kann — diesen Ausdruck des Potentials entwickelt er jetzt weiter für den Fall, dafs der eine der beiden Ströme ein sehr kleiner Planstrom ist, und leitet dann das Potential eines Selenoides oder, was dasselbe ist, eines Magnetpoles in Bezug auf einen geschlossenen Strom ab. Er nennt „die Kegelöffnung einer geschlossenen Curve in Bezug auf einen Punkt" das Kugelflächenstück, welches der aus dem Punkte durch die Curve gelegte Kegel von der um diesen Punkt mit dem Radius 1 beschriebenen Kugelfläche abschneidet; und findet das Potential eines Magnetpols, dessen freie magnetische Flüssigkeit = 1 ist, in Bezug auf einen geschlossenen Strom s von der Intensität 1 (nach elektromagnetischem Grundmaafse) gleich der Kegelöffnung von s in Bezug auf den Pol.

Es erscheint hier sogleich zweifelhaft, welches der beiden Kugelflächenstücke für das Potential zu nehmen, und welches Vorzeichen ihm zu geben ist; die genauere Untersuchung zeigt, daſs das Potential eines Poles in Bezug auf einen geschlossenen Strom wirklich vieldeutig ist, und daſs es für einen Pol, für welchen es den Werth K hat, auch den Werth $K+n4\pi$ haben kann, wo n eine beliebige ganze Zahl bezeichnet. Dieser Umstand erklärt sich hier daraus, daſs das Potential des Poles dadurch erhalten ist, daſs für ihn ein, auf der einen Seite unbegrenztes, Selenoid substituirt worden ist; zu verschiedenen Selenoiden, die für ihn substituirt werden können, gehören seine verschiedenen Werthe des Potentials; führt man das Ende des Selenoids von dem Punkte, an welchem es sich befindet, wieder zu demselben zurück, indem man mit ihm durch die Ebene des Stromes (diesen als eben angenommen) einmal hindurchgeht, so wird das Potential desselben um 4π oder -4π vermehrt, je nachdem man von der einen Seite her oder von der anderen durch die Stromebene hindurchgegangen ist. Diese Vieldeutigkeit des Potentials eines Pols in Bezug auf einen Strom bringt jedoch keine Unbestimmtheit in dem Ausdrucke der elektromotorischen Kraft hervor, die der Pol durch seine Bewegung in einem Leiter inducirt, es sind nämlich für die Potentialwerthe in seiner Anfangs- und Endstellung (deren Differenz eben die inducirte elektromotorische Kraft ist) solche Werthe zu setzen, von denen der zweite aus dem ersten auf eine stetige Art hervorgegangen ist.

Von den abgeleiteten Formeln macht Hr. Neumann einige Anwendungen; er entwickelt zuerst den Ausdruck für die Intensität des Stromes, der in einem rotirenden Leiter durch den Erdmagnetismus erregt wird, und giebt dabei kurz die Theorie des Induktionsinklinatorium[1] an. Dann untersucht er einige Fälle, bei denen Ströme in kreisförmigen Leitern oder in Spiralen durch Magnetstäbe oder Hufeisenmagnete inducirt werden, bei welchen man die magnetischen Flüssigkeiten in zwei Punkten ihrer beiden Grundflächen concentrirt denken kann, und leitet die Ausdrücke für die Intensitäten der Ströme ab, welche bei dem Gauss'schen

[1] Resultate 1837.

Induktor, dem Rotationsinduktor[1] und der v. ETTINGHAUSEN'schen Maschine erregt werden, vorausgesetzt, dafs Magnete, wie die bezeichneten, bei diesen Instrumenten angewandt sind. Endlich entwickelt er die Theorie der WEBER'schen unipolaren Induktion.[2]

Die in dieser Abhandlung auseinandergesetzten Prinzipien der lineären Induktion gestatten eine Ausdehnung auf die Induktion in einer Ebene in einem Körper; diese will Hr. NEUMANN in einer späteren Abhandlung besprechen.

W. SMAASEN. Vom dynamischen Gleichgewichte der Elektricität in einer Ebene oder in einem Körper.

Hr. SMAASEN hat sich mit der Aufgabe beschäftigt, die stationäre Vertheilung der Elektricität zu ermitteln, die sich in einer Ebene oder in einem Körper bildet, wenn ein galvanischer Strom durch sie hindurchgeleitet wird.

Bei der Untersuchung der Vertheilung in einer Ebene berücksichtigt Hr. SMAASEN, dafs die Luft der Ebene Elektricität entzieht, indem er die aus einem Elemente derselben entweichende Elektricitätsmenge proportional der Spannung des Elementes setzt. Unter der Voraussetzung, dafs die in die Luft entweichende Elektricitätsmenge vernachlässigt werden könne, hat der Berichterstatter dieselbe Aufgabe in einem früheren Aufsatze (POGG. Ann. LXIV. 497; Berl. Ber. 1846. 451.) behandelt; er findet sich daher veranlafst, auf diesen Aufsatz zurückzugehen. Der Berichterstatter leitete aus den OHM'schen Gesetzen her, dafs die durch ein lineäres Element der Ebene, ds, in der Zeiteinheit strömende Elektricitätstmenge

$$= -k.ds.\frac{\partial\varphi}{\partial N}$$

ist, wo k die Leitungsfähigkeit der Ebene, φ die Spannung eines variabeln Punktes derselben, $\frac{\partial\varphi}{\partial N}$ den Differentialquotienten von

[1] Resultate 1838.

[2] Resultate 1839.

φ, nach der Normale von ds genommen, bezeichnet. Aus diesem Satze ergab sich für den stationären Zustand der Ebene, daſs, bei Einführung eines rechtwinkligen Coordinatensystems, φ der partiellen Differentialgleichung:

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2}=0$$

genügen müsse.

Es wird hiernach φ eindeutig bis auf eine additive Constante bestimmt sein, wenn an den Grenzen der Ebene $\frac{\partial\varphi}{\partial N}$ gegeben ist. Die Grenzen der Ebene werden gebildet von der freien Grenze derselben und von den Peripherien der Elektroden; an der freien Grenze muſs $\frac{\partial\varphi}{\partial N}=0$ sein, d. h. die Curven gleicher Spannung müssen diese Grenze senkrecht schneiden; es wird also u vollständig bis auf eine additive Constante bestimmt sein, wenn die Quantitäten Elektricität gegeben sind, welche in der Zeiteinheit aus den einzelnen Elementen der Elektroden flieſsen. Es läſst sich jedoch leicht zeigen, daſs, wenn die Elektroden unendlich klein sind, und wenn es sich nur um die Spannungen solcher Punkte handelt, die in endlichen Entfernungen von den Elektroden liegen, es hinreicht, daſs die Elektricitätsmengen gegeben sind, die aus den einzelnen Elektroden in der Zeiteinheit flieſsen; was in dem Aufsatze behauptet ist. Nur muſs dann eine Annahme gemacht werden, welche dort nicht ausgesprochen ist; die Annahme nämlich, daſs nicht aus einem Theile einer Elektrode positive, aus dem anderen negative Elektricität in Quantitäten flieſse, die unendlich groſs gegen ihre Differenz sind, d. h. gegen die Quantität, die aus der ganzen Elektrode strömt.

Hr. Smaasen findet bei seiner Aufgabe für φ die partielle Differentialgleichung:

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2}=\lambda^2\varphi$$

Für die freie Grenze gilt hier ebenfalls die Bedingung, daſs dieselbe von den Curven gleicher Spannung senkrecht geschnitten wird; für die Peripherien der Elektroden nimmt Hr. Smaasen φ selbst als gegeben an.

Hierdurch ist φ vollkommen eindeutig bestimmt. Hr. Smaasen meint zwar das Gegentheil, und glaubt seine Behauptung zu beweisen, er übersieht aber dabei, dafs die partielle Differentialgleichung für alle Punkte der Ebene erfüllt werden mufs, welche aufserhalb der Elektroden liegen, und dafs sie nicht für alle Punkte gelten kann, die innerhalb einer Elektrode sich befinden.

In Bezug auf die Untersuchung der Vertheilung der Elektricität in einem Körper giebt der Verfasser die Differentialgleichung an, der die Spannung genügen mufs, nämlich die Differentialgleichung:

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2}+\frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2}=0$$

Specieller beschäftigt er sich mit dem Falle einer unendlichen Ebene. Hier tritt an Stelle der Bedingung für die freie Grenze die Bedingung, dafs in der Unendlichkeit die Spannung endlich bleiben mufs. Hr. Smaasen leitet zuerst die Funktion her, welche die Spannung der verschiedenen Punkte der Ebene darstellt, wenn derselben durch eine Elektrode von dem Radius ϱ, in deren Peripherie alle Punkte die Spannung μ haben, Elektricität zugeführt wird. In diesem Falle wird φ nur eine Funktion einer Variabeln sein, nämlich der Entfernung des Punktes, auf den es sich bezieht, von dem Mittelpunkte der Elektrode. Ist diese Entfernung r, so reducirt sich die partielle Differentialgleichung für φ auf die gewöhnliche:

$$\frac{d^2\varphi}{dr^2}+\frac{1}{r}\cdot\frac{d\varphi}{dr}=\lambda^2\varphi$$

Nachdem er diese integrirt und die beiden willkürlichen Constanten der Integration passend bestimmt hat, untersucht Hr. Smaasen den Fall, dafs der unendlichen Ebene durch zwei unendlich kleine kreisförmige Elektroden, von denen die Punkte der einen die Spannung $-\mu$ haben, Elektricität zugeführt wird. Er erhält den Ausdruck für φ in diesem Falle aus der vorher abgeleiteten, indem er die Bemerkung benutzt, dafs, die Ebene mag begrenzt oder unbegrenzt sein, die Spannung, welche ein Punkt derselben unter dem Einflusse mehrerer unendlich kleiner Elektroden, deren jede Punkte gleicher Spannung enthält, annimmt, als eine lineäre Funktion derjenigen Spannungen dargestellt werden kann, welche

derselbe Punkt unter dem Einflusse der einzelnen Elektroden annehmen würde.

In dem auf diese Weise gefundenen Ausdrucke für φ setzt der Verfasser $\lambda = 0$, wodurch er einen Ausdruck erhält, der mit dem vom Berichterstatter in der oben citirten Abhandlung gegefundenen im Einklange steht, und berechnet dann den Widerstand der Ebene. Seiner Rechnung liegt die folgende Betrachtung zu Grunde: Denkt man sich ein System von unendlich vielen unendlich nahe liegenden Strömungscurven gezeichnet, und die zwischen je zwei derselben liegenden Räume durch Schnitte von einander getrennt, so wird hierdurch der elektrische Zustand keines Punktes geändert; nun kann man aber unmittelbar die Ohm'sche Formel für den Widerstand eines Systemes von Drähten, durch welches eine Theilung eines Stromes herbeigeführt wird, anwenden. Der Berichterstatter hat in seinem Aufsatze den Widerstand einer kreisförmigen Scheibe auf eine andere, indirekte, Weise gefunden; beide Methoden lassen sich bei einer beliebig begrenzten Scheibe anwenden; bei der Methode des Hrn. Smaasen mufs man die Strömungscurven kennen, und hat dann noch zwei Integrationen auszuführen, bei der Methode des Berichterstatters kann man, wenn man den Ausdruck für die Spannung kennt, den Werth des Widerstandes ohne die geringste Rechnung angeben.

W. Weber. Elektrodynamische Maafsbestimmungen.

Die Abhandlung über elektrodymanische Maafsbestimmungen von Hrn. W. Weber besteht aus zwei Theilen. In dem ersten giebt der Verfasser die Resultate einer Reihe von Messungen an, die er in Bezug auf die Wechselwirkung zweier Leitungsdrähte mit einem, von ihm construirten, Instrumente, dem er den Namen „Elektrodynamometer" giebt, angestellt hat; in dem zweiten Theile leitet er aus bekannten Erscheinungen der Elektrostatik und der Elektrodynamik theoretisch ein Gesetz für die Kraft ab, mit der zwei elektrische Massen aus der Ferne auf einander wirken, welches alle diese Erscheinungen umfafst, und aus welchem auch die, bisher nicht bekannten, Gesetze der Volta-Induktion fliefsen.

Das Elektodynamometer ist im Wesentlichen ein gewöhnliches Galvanometer, bei welchem an Stelle des Magneten eine Drahtrolle gesetzt ist, durch die ein galvanischer Strom geführt werden kann. Diese Drahtrolle ist bifilar an zwei feinen Drähten aufgehängt, von denen der eine zur Zuleitung, der andere zur Ableitung des Stromes benutzt werden kann, und wird daher von Hrn. Weber Bifilarrolle genannt; in ihrer Nähe befindet sich eine zweite Drahtrolle, welche den Multiplicator bildet.

Die erste Absicht, in der Hr. Weber diesen Apparat verfertigen liefs, war die Prüfung der Ampère'sche Gesetze für die Wechselwirkung zweier Leitungsdrähte; es bedurften diese noch eines strengen experimentellen Beweises, weil bei den von Hrn. Ampère selbst benutzten Instrumenten der bedeutenden Reibung wegen wirkliche Messungen nicht ausgeführt werden konnten. Nach Hrn. Ampère ist die Kraft, mit der zwei Stromelemente auf einander wirken, = dem Produkte ihrer Intensitäten, multiplicirt mit einem Faktor, der von ihren Längen und ihrer Lage abhängt; die Richtigkeit hiervon prüfte Hr. Weber zuerst, indem er die Intensität eines Stromes, als proportional mit seiner Wirkung auf einen Magneten annahm. Das Dynanometer, dessen er sich hierbei bediente, war so eingerichtet, dafs die Mittelpunkte der beiden Drahtrollen zusammenfielen; er stellte es so auf, dafs die Ebene der festen Rolle dem magnetischen Meridiane parallel, die Ebene der Bifilarrolle ebenfalls vertical war, und, wenn kein Strom durch diese geleitet wurde, einen rechten Winkel mit dem Meridiane bildete. Der Draht der Bifilarrolle erfüllte einen cylindrischen Ring von $66^{mm},8$ äufserem, 3^{mm} innerem Durchmesser und 30^{mm} Höhe, und hatte einen Durchmesser von $0^{mm},4$; der Draht der Multiplicatorrolle erfüllte einen cylindrischen Ring von 140^{mm} äufserem, 76^{mm} innerem Durchmesser und 70^{mm} Höhe, und hatte einen Durchmesser von $0^{mm},7$. Es wurde der Reihe nach ein Strom von 3, 2 und 1 Grove'schen Bechern durch die Multiplicatorrolle, und ein Theil desselben Stromes (etwa $\frac{1}{250}$) durch die Bifilarrolle geleitet, und der Winkel beobachtet, um den die letztere aus ihrer ursprünglichen Gleichgewichtslage abgelenkt wurde. Diese Beobachtungen geschahen mit Hülfe eines Spiegelapparates, wie derselbe bei Magnetometern gebräuchlich

ist. Der Ablenkungswinkel war immer nur klein; daher konnte er als proportional mit dem von der festen auf die Bifilar-Rolle ausgeübten Drehungsmomente angesehen werden, da der Einfluſs des Erdmagnetismus vernachlässigt werden durfte; dasselbe Drehungsmoment ist ferner, wenn i die Intensität des durch den Multiplicator geleiteten Stromes bezeichnet, wie aus der angegebenen Form des Ampère'schen Gesetzes hervorgeht, proportional mit i^2; es muſs also der Ablenkungswinkel proportional mit i^2 sein. Die Intensiität i bestimmte Hr. Weber durch die Wirkung der Multiplicatorrolle selbt auf einen, in einiger Entfernung von ihr aufgestellten kleinen Magneten; um die Ablenkung desselben mit Fernrohr und Scale beobachten zu können, benutzte er, da ihm die Anwendung des Spiegels bei kleinen Nadeln bedenklich schien, einen magnetischen Stahlspiegel, den er an einem Coconfaden in dem magnetischen Meridiane des Dynamometers aufhing. Um die Schwingungen desselben zu dämpfen, umgab er ihn mit einer massiven Kupferkugel, in welche die nöthigen Oeffnungen gemacht waren, um den Spiegel hineinzubringen, ihm Spielraum zu gewähren, und dem Lichte Zutritt zu ihm zu geben. Der Durchmesser des Spiegels war 35^{mm}, seine Dicke 6^{mm}, der Durchmesser der Kugel war 90^{mm} und die durch diese hervorgebrachte Dämpfung so groſs, daſs zwei auf einander folgende Schwingungsbögen sich wie 11 : 7 verhielten. Der Ablenkungswinkel des Spiegels war proportional mit i; die 3 Winkel, um welche der Spiegel bei Auwendung der 3 verschiedenen Ketten abgelenkt wurde, muſsten also proportional sein mit den Quardratwurzeln der 3 entsprechenden Ablenkungen der Bifilarrolle. Die sorgfältig angestellten Beobachtungen bestätigten dieses mit der zu erwartenden Genauigkeit.

Das zweite mit dem Dynamometer ausgeführte System von Messungen diente zur Prüfung jenes Faktors in dem Ausdrucke der elektrodynamischen Kraft zweier Stromelemente, welcher von der Lage derselben abhängt. Hierbei benutzte Hr. Weber ein anderes Dynamometer, bei welchem die Einrichtung getroffen war, daſs die Stellung der Multiplicatorrolle gegen die Bifilarrolle beliebig geändert werden konnte. Die Bifilarrolle war so aufgehängt, daſs, wenn kein Strom durch sie hindurch geleitet wurde,

ihre Axe horizontal war und in dem magnetischen Meridiane sich befand; die Axe der festen Rolle war immer senkrecht auf dem Meridiane; diese wurde nach und nach so gestellt, dafs die Entfernung der Mittelpunkte beider Rollen $0^m,6$, $0^m,5$, $0^m,4$, $0^m,3$, 0 war, einmal so, dafs die Verbindungslinie beider Mittelpunkte senkrecht auf dem Meridiane war, dann so, dafs dieselbe in dem Meridiane sich befand. Jedesmal wurde ein Strom durch die beiden Rollen geleitet, und die Ablenkung der Bifilarrolle beobachtet. Bezeichnen wir mit i die Intensität dieses Stromes nach elektrodynamischem Grundmaafse, d. h. indem wir diejenige Intensität als Einheit einführen, die sich bei einer bestimmten Längeneinheit und Krafteinheit aus den Ampère'schen Formeln als 1 ergiebt, so ist das Drehungsmoment, welches die feste Rolle auf die bewegliche ausübt, $= i^2 R$, wenn R dasjenige Drehungsmoment bezeichnet, welches die eine Rolle auf die andere ausüben würde, wenn beide von Strömen von der Intensität 1 durchflossen würden. Den elektrodynamischen Kräften wird das Gleichgewicht gehalten durch die Schwere und den Erdmagnetismus; ist α der Ablenkungswinkel der Bifilarrolle, K ihr Trägheitsmoment, A ihre Schwingungsdauer, wenn kein Strom durch sie hindurchgeht, so ist das von der Schwere herrührende Drehungsmoment

$$\frac{\alpha \pi^2 K}{t^2}$$

das von dem Erdmagnetismus herrührende Drehungsmoment findet Hr. Weber:

$$= \alpha i \sqrt{\tfrac{1}{2}} \lambda T$$

wo T die horizontale Componente des Erdmagnetismus, λ den von den Drahtwindungen der Bifilarrolle begrenzten Flächenraum bezeichnet; es mufs daher die Gleichung:

$$i^2 R + \alpha\left(\frac{\pi^2 K}{t^2} + i \sqrt{\tfrac{1}{2}} \lambda T\right) = 0$$

bestehen. Den aus dieser Gleichung folgenden Werth von R berechnete Hr. Weber für eine jede der angegebenen Stellungen der Multiplicatorrolle; T war bekannt, K und t bestimmte er nach den von Gauss gegebenen Vorschriften, λ ermittelte er, da die Windungen der Bifilarrolle nicht genau gezählt waren, durch Vergleichung der elektromagnetischen Wirkung dieser Rolle mit

der einer anderen von bekanntem Flächeninhalte auf eine entfernte Boussole, α wurde unmittelbar beobachtet, es blieb also nur noch i zu messen übrig. Um dieses zu thun, leitete Hr. WEBER den Strom, der durch die beiden Rollen des Dynamometers ging, noch durch eine dritte Drahtrolle von bekanntem Flächeninhalte, und brachte diese in die Nähe eines transportabeln Magnetometers, welches sich so weit vom Dynamometer befand, dafs dieses keinen Einflufs auf den Magneten desselben ausübte. Die Ablenkung dieses Magneten war der Intensität i proportional; es kam aber darauf an den absoluten Werth von i zu finden. Herr WEBER beweist den Satz, dafs ein Planstrom von der Intensität i und dem Flächenräume λ einem Magneten, dessen magnetisches Moment m ist, und der sich in der sehr grofsen Entfernung r von dem Strome befindet, ein Drehungsmoment um eine Axe ertheilt, die senkrecht steht gegen die durch die magnetische Axe und einen Punkt des Stromes gelegte Ebene, welches

$$= \frac{i\sqrt{\frac{1}{2}}\,\lambda m}{r^3} \sin\delta \cdot \sqrt{1+3\cos^2\psi}$$

ist, wo ψ den Winkel zwischen der Normale des Stromes und r, δ den Winkel bezeichnet zwischen der Axe des Magneten und derjenigen Richtung, welche diese Axe haben müfste, damit das Drehungsmoment $=0$ wäre. Aus diesem Satze folgt, dafs wenn die Drahtrolle so gestellt wird, dafs ihre Axe senkrecht gegen den magnetischen Meridian ist, und durch den Mittelpunkt des Magneten geht, diesem ein horizontales Drehungsmoment ertheilt wird, das

$$= \frac{i\sqrt{2}\,\lambda m \cos\beta}{r^3}$$

ist, wenn β den Winkel bezeichnet, um den derselbe aus dem magnetischen Meridiane abgelenkt ist. Dieser elektromagnetischen Kraft wird das Gleichgewicht gehalten durch den Erdmagnetismus; es mufs daher

$$T\sin\beta + \frac{i\sqrt{2}\cdot\lambda\cos\beta}{r^3} = 0$$

sein. Aus dieser Gleichung ergiebt sich der absolute Werth von i. Dieselbe setzt jedoch voraus, dafs r sehr grofs ist; bei den angestellten Beobachtungen war die Entfernung der Rolle von dem

Magneten zu klein, um ihre Anwendung zu gestatten, Hr. Weber stellte daher eigene Versuche an zur Vergleichung der Wirkung der Rolle aus dieser Entfernung mit ihrer Wirkung aus gröfseren Entfernungen, für welche jene Gleichung zulässig war. Hierdurch war er in den Stand gesetzt, aus den Ablenkungen des Magneten bei der kleinen Entfernung der Rolle die absoluten Werthe von i zu ermitteln, und die Werthe von R für die verschiedenen Stellungen der Multiplicatorrolle aus den Beobachtungen zu berechnen. Die Werthe von R berechnete er nun nach der Ampère'schen Formel; er that dieses auf die Weise, dafs er die Axen der beiden Rollen auch nach der Ablenkung der Bifilarrolle als senkrecht aufeinander ansah, und bei allen Stellungen der Multiplicatorrolle aufser bei der, bei welcher der Mittelpunkt dieser mit dem der Bifilarrolle zusammenfiel, für die eine Rolle ein System concentrischer Kreisströme, welche in einer Ebene liegen, für die andere einen einzigen Kreisstrom substituirte; bei dem Falle, dafs die Mittelpunkte der beiden Rollen zusammenfallen, nahm er auf die einzelnen Windungen Rücksicht; die nöthigen Integrationen führte er durch Reihenentwickelungen aus. Die Vergleichung der, auf diese Weise berechneten, Werthe von R mit den aus den Beobachtungen abgeleiteten zeigte, dafs der gröfseste Unterschied etwa 6 Procent betrug; ein so grofser Unterschied konnte aber auch nicht befremden, da zur Bestimmung der Werthe von R aus den Beobachtungen so viele Elemente aus der Erfahrung entnommen werden mufsten, von denen einige nur beiläufig ermittelt worden waren. Eine bedeutend gröfsere und durchaus genügende Uebereinstimmung erhielt Hr. Weber, wenn er nicht die absoluten Werthe von R mit einander verglich, sondern ihre Verhältnisse; auf diese Verhältnisse hatten jene Fehlerquellen nur geringen Einflufs, da i sich bei den einzelnen Messungen nur wenig geändert hatte. — Bevor Hr. Weber an den gemachten Beobachtungen das Ampère'sche Gesetz auf die angegebene Weise direkt prüft, stellt er eine interessante indirekte Prüfung desselben an. Gauss hat nämlich bewiesen, dafs, wenn einem, um eine verticale Axe drehbaren, Magneten ein anderer Magnet, dessen Axe auf dem magnetischen Meridiane senkrecht steht, genähert wird bis die Verbindungslinie der Mittel-

punkte beider Magnete $= R$ ist, einmal so, dafs diese Linie horizontal ist und in dem Meridiane sich befindet, dann so, dafs dieselbe senkrecht auf dem Meridiane steht, dafs dann der erste Magnet solche Ablenkungen o und o' erleidet, dafs

$$\operatorname{tg} o = aR^{-3} + bR^{-5} + \ldots .$$
$$\operatorname{tg} o' = \tfrac{1}{2} aR^{-3} + cR^{-5} + \ldots .$$

gesetzt werden kann. Eine Folge des Ampère'schen Gesetzes ist es nun, dafs die beiden Rollen des Dynamometers, wenn sie von constanten Strömen durchflossen und in solche Lagen gebracht werden, wie es bei den Versuchen geschah, gerade so auf einander wirken, wie zwei solche Magnete; dasselbe Gesetz mufs sich also auch hier bestätigt finden; Hr. Weber zeigt, dafs seine Beobachtungen, wenn sie auf gleiche Stromintensität reducirt sind, sich mit grofser Genauigkeit durch die angegebenen Glieder jener Reihen darstellen lassen, wenn a, b, c passend bestimmt werden.

Die nächste Reihe von Versuchen, welche Hr. Weber angiebt, bezieht sich auf die Erscheinungen der Volta-Induktion. Zuerst zeigt er, wie man mit einem Elektrodynamometer inducirte Ströme erregen, und zugleich dieselben zur Wahrnehmung bringen und messen kann. Man darf nur, während die Bifilarrolle schwingt, den Draht der einen der beiden Rollen mit einer galvanischen Kette in Verbindung setzen, und die Drahtenden der anderen mit einander verknüpfen, dann werden in der letzteren Ströme inducirt werden, welche mit dem Strome der ersteren in Wechselwirkung treten. Hierdurch wird zwar die mittlere Gleichgewichtslage der Bifilarrolle nicht geändert, weil der inducirte Strom von Schwingung zu Schwingung seine Richtung wechselt, es tritt aber eine merkliche Abnahme der Schwingungsbögen ein. Diese liefs sich sehr scharf beobachten, und es zeigte sich, dafs sie nach einem geometrischen Gesetze erfolgte. Die Induktion bringt also ein logarithmisches Decrement der Schwingungsbögen hervor, und dieses kann als Maafs der Induktion benutzt werden. Mit Hülfe dieser Bemerkung beweist Hr. Weber aus Beobachtungen den folgenden Satz: „Die Volta-Induktion ist der Magnetoinduktion in der in sich geschlossenen schwingenden Bifilarrolle gleich, wenn jene von einem durch die feste Rolle geleiteten galvanischen Strome, diese durch Magnete hervorge-

bracht wird, welche in einer solchen Lage gegen die Bifilarrolle sich befinden, bei welcher, wenn durch die Befilarrolle ein Strom geht, das elektrodynamische Drehungsmoment jenes Stroms dem elektromagnetischen Drehungsmomeute dieser Magnete gleich ist." Er brachte nämlich, während die Bifilarrolle schwang, in ihre Nähe mehrere kleine Magnete, die er symmetrisch, nördlich und südlich von derselben so aufstellte, dafs sie senkrecht auf dem magnetischen Meridiane waren, die gleichnamigen Pole nach derselben Seite gekehrt, und beobachtete das durch die Induktion dieser Magnete hervorgebrachte logarithmische Decrement; darauf liefs er einen schwachen Strom durch die Bifilarrolle gehen, und maafs die durch die Magnete hervorgebrachte Ablenkung derselben; nun wurden die Magnete entfernt, und ein Strom durch die Multiplicatorrolle geführt, wiederum das durch die Induktion hervorgebrachte logarithmische Decrement beobachtet, und die Ablenkung gemessen, die die Bifilarrolle erlitt, wenn derselbe Strom als früher durch sie hindurchgeleitet wurde. Die logarithmischen Decremente mufsten sich, wenn jener Satz richtig sein sollte, wie die Quadrate der Ablenkungen verhalten; verglich man den aus dieser Proportion folgenden Werth des durch die Magnetoinduktion hervorgebrachten logarithmischen Decrements mit dem beobachteten, so ergab sich ein Unterschied von etwa 5 Procent. Diesen erklärt Hr. Weber durch die ungünstigen Umstände, unter welchen dieses Decrement beobachtet werden mufste; „jedoch" sagt er „dürften diese Messungen einstweilen als genügend angesehen werden, weil, wenn obiger Satz unrichtig wäre, gar kein Grund zu derjenigen approximativen Uebereinstimmung vorläge, die sich aus den Beobachtungen ohne Zweifel ergiebt."

In dem nächsten Abschnitte entwickelt Hr. Weber Formeln nach welchen man aus Beobachtungen, die gleichzeitig an einem Dynamometer und einem magnetischen Galvanometer angestellt sind, die Intensität und die Dauer momentaner Ströme berechnen kann. Geht ein momentaner Strom durch die beiden Rollen des Dynamometers und durch den Multiplicator des magnetischen Galvanometers, so wird der Bifilarrolle sowohl als dem Magneten ein Ausschlag ertheilt werden; die Elongationsweite der Bifilar-

rolle sei ε, die des Magneten e, die Intensität des Stromes i, die Dauer desselben θ; dann ist:

$$e = ai\theta, \quad \varepsilon = b.ii\theta,$$

wo a und b Constanten bezeichnen, welche für die beiden Instrumente ein für allemal zu bestimmen sind. Löst man diese beiden Gleichungen nach i und θ auf, und geht auf die Bedeutung von a und b zurück, so findet man:

$$i = \frac{\sigma}{s} \cdot \frac{e'}{\varepsilon'} \cdot \frac{\varepsilon}{e},$$

$$\theta = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{ss}{\sigma} \cdot \frac{\varepsilon'}{e'e'} \cdot \frac{ee}{\varepsilon},$$

wo σ und s die Schwingungsdauer der Bifilarrolle und des Magneten, ε' und e' die Ablenkungen bezeichnen, die diese beiden erleiden, wenn ein constanter Strom von der Intensität 1 durch die beiden Instrumente geleitet wird. Fälle, in denen es von Nutzen ist, die Intensität und die Dauer momentaner Ströme ermitteln zu können, bieten sich häufig dar; Hr. Weber hebt als solche hervor: die Bestimmung der elektromotorischen Kraft einer galvanischen Kette unabhängig von der Polarisation ihrer Platten, und die Erforschung der physiologischen Wirkung galvanischer Ströme auf das Nervensystem. In Bezug auf die letztere Untersuchung sind, wie er sagt, schon einige Probeversuche in dem Leipziger physiologischen Institute mit gutem Erfolge gemacht worden.

Auch mit gemeiner Elektricität hat Hr. Weber Versuche an dem Dynamometer angestellt. Er leitete den Entladungsstrom einer Leydener Batterie durch das Dynamometer und durch den Multiplicator eines magnetischen Galvanometers, indem er eine nasse Hanfschnur in die Schliefsung einschaltete, und beobachtete die gleichzeitigen Elongationen der Bifilarrolle und des Magneten. Dieselben Beobachtungen wiederholte er, indem er die nasse Schnur der Reihe nach durch einen sehr langen feinen Argentandraht, durch eine mit Wasser angefüllte Röhre und durch eine mit Ammoniak befeuchtete Schnur von Glasfäden ersetzte; bei allen diesen Versuchen wurde die Batterie möglichst gleichmäfsig geladen. Bei Anwendung der Hanfschnur und der Schnur von Glasfäden waren die Elongationen bedeutend, und bei Wieder-

holung desselben Versuches zeigten die Beobachtungen eine ziemlich groſse Uehereinstimmung; bei den andern Versuchen waren die Elongationen klein und unregelmäſsig. Den letzten Umstand erklärt sich Hr. Weber daraus, daſs in diesen Fällen, der Heftigkeit der Entladung wegen, nicht alle Elektricität die sämmtlichen Windungen der Rollen durchlaufe, dagegen scheint es ihm wahrscheinlich, daſs bei Anwendung der nassen Schnur wirklich alle Elektricität durch die Drahtleitung hindurchgehe, und darin einen Strom bilde, der dem Strome einer galvanischen Säule einigermaſsen an Continuirlichkeit vergleichbar sei. Die Continuirlichkeit des Stromes bei Anwendung der nassen Schnur voraussetzt, bestimmt er die Dauer desselben für verschiedene Längen der Schnur nach der früher entwickelten Methode; er findet die Dauer des Stromes nahe proportional mit der Länge der Schnur, und ungefähr $\frac{1}{12}$ Sekunde für eine 2 Meter lange Schnur. Er bemerkt, daſs die hier von ihm gefundene Proportionalität in vollkommenem Einklange stehe mit dem Wheatstone'schen Resultate, wonach die Dauer des Stromes (welche mit der Dauer des Entladungsfunkens als gleich betrachtet werden dürfe) bei Entladungen durch blos metallische Leiter gegen die hier gefundene Dauer verschwindend klein ist; und deutet an, wie auch die Geschwindigkeit der Stromverbreitung durch blos metallische Leiter mit Hülfe eines Dynamometers bestimmt werden kann, indem man die Bifilarrolle von der festen durch lange Leitungsdrähte scheidet, und in dieser langen Kette einen Strom hervorbringt, dessen Richtung gleich schnell wechselt, als Wheatstone's Spiegel umgedreht wird.

Darauf setzt Hr. Weber auseinander, wie ein Dynamometer geeignet ist, eine gewisse Klasse von elektrischen Strömen zur Wahrnehmung zu bringen, die sich allen anderen Galvanometern entziehen müssen, solche Ströme nämlich, deren Richtung sehr schnell wechselt; solche Ströme werden bei anderen Galvanometern keine Wirkung hervorbringen, weil bei diesen entgegengesetzte Ströme entgegengesetzt wirken, beim Dynamometer aber werden sie eine Ablenkung erzeugen, weil hier entgegengesetzte Ströme auf gleiche Weise wirken. Hr. Weber zweifelt nicht, daſs solche „elektrische Schwingungen" häufig in der Natur vorkommen; als Beispiel führt er die Ströme an, welche durch die

Schallschwingungen eines Magnetstabes in einem nahe liegenden Leiter inducirt werden; diese Ströme hat er wirklich beobachtet; durch Messung derselben glaubt er zu genauen Bestimmungen der Intensität der Schallschwingungen gelangen zu können.

Hr. Weber schliefst den ersten Theil seiner Abhandlung mit der Beschreibung zweier anderen Einrichtungen, welche dem Dynamometer aufser der, von welcher bisher die Rede gewesen ist, gegeben werden können. Die eine derselben hat mit dieser die wesentlichsten Eigenschaften gemein, und verdient den Vorzug, wenn man mit starken Strömen experimentiren will, die man nicht durch die langen und feinen Drähte der Leitungsrollen führen kann; sie besteht darin, dafs für die beiden Rollen zwei mäfsig lange Metallstäbe substituirt sind, von denen der eine durch zwei elastische Federn getragen wird, der andere sehr nahe bei diesem so aufgestellt ist, dafs er, wenn durch die beiden Stäbe starke Ströme geleitet werden, den anderen zu drehen strebt. Diese Einrichtung ist auch besonders passend zu Versuchen mit gemeiner Elektricität. Die andere Einrichtung besteht darin, dafs an Stelle der Bifilarrolle eine Drahtrolle sammt einer galvanischen Kette an einem Faden oder Drahte aufgehängt, die Multiplicatorrolle in unveränderter Gestalt beibehalten ist. So geeignet indefs diese Einrichtung für gewisse Zwecke sein mag, so ist sie doch, wie Hr. Weber selbst sagt, weit entfernt ein Dynamometer mit Bifilarrolle ersetzen zu können. Unter den Vorzügen eines solchen führt er noch an, dafs die Bifilarrolle für sich allein, wenn sie so orientirt wird, dafs ihre Axe senkrecht auf dem magnetischen Meridiane ist, ein magnetisches Galvanometer bildet, welches die absoluten Werthe der Stromintensitäten angiebt.

In dem zweiten Theile seiner Abhandlung stellt sich Herr Weber zuerst die Aufgabe, dafs Ampère'sche elektrodynamische Gesetz auf ein allgemeineres, die Elektrostatik mitumfassendes Grundgesetz zurückzuführen. Er legt die Vorstellung von einem galvanischen Strome zu Grunde, dafs in einem jeden Elemente desselben sich gleiche Mengen positiver und negativer Elektricität mit gleicher Geschwindigkeit in entgegengesetztem Sinne bewegen, und nimmt die Intensität des Stromes als proportional mit

der Menge positiver oder negativer Elektricität an, die in der Zeiteinheit durch den Querschnitt des Leiters geht. Diese gleichzeitige entgegengesetzte Bewegung der beiden Elektricitäten kann, wie er sagt, in der Wirklichkeit zwar nicht existiren, kann aber als eine ideale Bewegung angesehen werden, welche die wirklich vorhandene in allen Fällen, in denen es sich nur um die Wirkung in die Ferne handelt, vertritt. Die elektrodynamische Kraft, welche zwei Stromträger aufeinander ausüben, sieht er an als hervorgebracht durch die Wechselwirkungen zwischen den beiden Elektricitäten des einen und den beiden des anderen, und setzt die Resultante aller Kräfte, welche auf die in einem Stromträger enthaltenen elektrischen Massen wirken, gleich der auf diesen wirkenden Kraft. Soll hiernach die Kraft, welche zwei Stromelemente auf einander ausüben, erklärt werden, so mufs die Kraft, mit der zwei elektrische Massen auf einander wirken, als abhängig von ihrer relativen Bewegung angesehen werden. Hr. Weber sucht nun den Ausdruck des elektrostatischen Gesetzes durch Hinzunahme eines von dieser abhängigen Gliedes auf die möglich einfachste Art so zu ergänzen, dafs er die Kraft erklärt, mit der zwei Stromelemente sich abstofsen, deren Richtungen mit ihrer Verbindungslinie zusammenfallen, und auch die Kraft, welche zwei Stromelemente auf einander ausüben, die mit ihrer Verbindungslinie rechte Winkel bilden. Auf diese Weise gelangt er zu dem Ausdrucke:

$$\frac{e\cdot e}{rr}\left(1-\frac{aa}{16}\left(\frac{dr}{dt}\right)^2+\frac{aa}{8}\,r\,\frac{d^2r}{dt^2}\right)$$

für die Kraft, mit der die beiden elektrischen Massen e und e', deren Entfernung zur Zeit t r ist, sich zu derselben Zeit abstofsen; a bedeutet in demselben eine Constante. Soll dieser Ausdruck das wirklich stattfindende elektrische Grundgesetz enthalten, so mufs er auch die Induktionserscheinungen erklären; Hr. Weber wendet ihn auf den Fall an, dafs in einem Stromelemente, welches mit einem Drahtelemente in einer Linie liegt, mit der ihre Richtungen zusammenfallen, die Intensität variirt; er stellt die Werthe der Kräfte auf, welche auf die beiden Elektricitäten des stromlosen Elementes wirken, und findet diese verschieden; die Differenz dieser Kräfte, welche die beiden Elektri-

citäten zu trennen strebt, giebt die inducirte elektromotorische Kraft; der für diese gefundene Werth steht mit der Erfahrung im Einklange. Denselben Ausdruck für die Abstofsungskraft zweier Elektricitätsmassen, der sich in den angeführten speciellen Fällen als richtig bewährt hat, leitet Hr. Weber aus dem allgemeinen Ampère'schen Gesetze her. Den Ausdruck desselben:

$$-\frac{ii'}{rr}(\cos\varepsilon - \tfrac{3}{2}\cos\theta\cos\theta')\cdot ds\cdot ds$$

transformirt er so, dafs die darin enthaltenen Stromintensitäten i und i', und die Winkel ε, θ, θ', welche die beiden Stromelemente unter sich und mit der sie verbindenden Geraden bilden, daraus verschwinden und statt derselben nur solche neue Gröfsen eingeführt werden, welche sich ganz und ausschliefslich auf die elektrischen Massen selbst und deren gegenseitige Verhältnisse beziehen; den auf diese Weise transformirten Ausdruck der elektrodynamischen Kraft zerlegt er in 4 Theile, welche den 4 Wechselwirkungen entsprechen, die die beiden Elektricitätsmassen des einen Elementes und die beiden des anderen auf einander ausüben; eine jede dieser Wechselwirkungen hat den Ausdruck, der ihr dem bereits ausgesprochenen Gesetze zufolge zukommt. Es ergiebt sich bei dieser Herleitung für die Constante a die Bedeutung, dafs die Intensität eines Stromes nach elektrodynamischem Grundmaafse gleich ist der Quantität positiver oder negativer Elektricität, die in der Zeiteinheit durch den Querschnitt des Leiters gegangen ist, multiplicirt mit a.

Aus diesem elektrischen Grundgesetze leitet nun Hr. Weber die Gesetze ab, nach denen zwei Stromelemente auf einander wirken, deren Intensitäten variabel sind, und die beliebig bewegt werden; d. h. er stellt die Ausdrücke für die elektrodynamische Kraft auf, mit der die beiden Elemente sich abstofsen, und für die elektromotorische Kraft, welche in einem Elemente inducirt wird. Seine Resultate stimmen mit der Erfahrung, so weit diese reicht, vollkommen überein. Bevor er jedoch diese allgemeine Aufgabe löst, betrachtet er einige specielle Fälle derselben; nämlich die Fälle:

1) dafs die beiden Elemente ruhen und von constanten Strömen durchflossen werden,

2) dafs das eine Element ruht und von einem constanten Strome durchflossen wird, das andere bewegt wird, und keinen Strom enthält.

3) dafs beide Elemente ruhen, und das eine einen variabeln Strom enthält.

Der erste Fall führt auf die Ampère'schen Gesetze zurück, der zweite und dritte auf die Gesetze der beiden Hauptfälle der Induktion. Wir wollen beispielsweise auf die Untersuchung des ersten Falles hier näher eingehen.

„In zwei Stromelementen α und α', sagt Hr. Weber, welche mit der sie verbindenden Geraden in Ebenen liegen, welche den Winkel ω mit einander machen, sind 4 elektrische Massen gegeben, nämlich in jedem Stromelemente eine positive und eine gleich grofs negative. Für das Element α bezeichne $+\alpha e$ die positive Masse, welche mit der constanten Geschwindigkeit $+u$ in der Richtung des Elementes α sich bewegt, welche mit der vom ersten Elemente zum zweiten gerichteten Geraden r den Winkel θ einschliefst; für dasselbe Element bezeichne $-\alpha e$ die negative Masse, welche in der nämlichen Richtung mit der constanten Geschwindigkeit $-u$, d. h. rückwärts sich bewegt. Die accentuirten Buchstaben $\pm\alpha' e'$, $\pm u'$, θ' bezeichnen dasselbe für das andere Element α', was die nicht accentuirten für das erstere Element α. Zwischen diesen 4 Massen sind folgende 4 Wirkungen zu betrachten:

von $+\alpha e$ auf $+\alpha' e'$,
von $-\alpha e$ auf $-\alpha' e'$,
von $+\alpha e$ auf $-\alpha' e'$,
von $-\alpha e$ auf $+\alpha' e'$.

Die 4 Entfernungen dieser auf einander aus der Ferne wirkenden Massen sind in dem betrachteten Augenblicke, wo alle diese Massen in den beiden gegebenen Elementen α und α' sich befinden, der gegebenen Entfernung dieser beiden Elemente r gleich. Diese 4 Entfernungen, weil sie nicht immer gleich bleiben, wegen der verschiedenen Bewegungen der Massen, werden durch r_1, r_2, r_3, r_4 bezeichnet, und es ist also in dem betrachteten Augenblicke:

$$r_1 = r_2 = r_3 = r_4 = r.$$

Die Anwendung des angegebenen Grundgesetzes giebt dann unmittelbar die Werthe dieser 4 partiellen Wirkungen, der Reihe nach,

$$+\frac{\alpha e \cdot \alpha' e'}{r_1 r_1}\left(1-\frac{aa}{16}\cdot\frac{dr_1^2}{dt^2}+\frac{aa}{8}r_1\frac{d^2 r_1}{dt^2}\right),$$
$$+\frac{\alpha e \cdot \alpha' e'}{r_2 r_2}\left(1-\frac{aa}{16}\cdot\frac{dr_2^2}{dt^2}+\frac{aa}{8}r_2\frac{d^2 r_2}{dt^2}\right),$$
$$-\frac{\alpha e \cdot \alpha' e'}{r_3 r_3}\left(1-\frac{aa}{16}\cdot\frac{dr_3^2}{dt^2}+\frac{aa}{8}r_3\frac{d^2 r_3}{dt^2}\right),$$
$$-\frac{\alpha e \cdot \alpha' e'}{r_4 r_4}\left(1-\frac{aa}{16}\cdot\frac{dr_4^2}{dt^2}+\frac{aa}{8}r_4\frac{d^2 r_4}{dt^2}\right),$$

Diese 4 Kräfte werden von den elektrischen Massen $+\alpha' e'$ und $-\alpha' e'$, auf welche sie unmittelbar wirken, an die ponderable Masse des Elementes α' übertragen, und setzen sich darin zu einer Resultante zusammen, welche der algebraischen Summe jener Kräfte gleich ist. Diese Summe ist, mit Rücksicht auf die schon erwähnte Gleichheit der Entfernungen:

$$-\frac{aa}{16}\cdot\frac{\alpha e \alpha' e'}{rr}\left\{\left(\frac{dr_1^2}{dt^2}+\frac{dr_2^2}{dt^2}-\frac{dr_3^2}{dt^2}-\frac{dr_4^2}{dt^2}\right)\right.$$
$$\left.-2r\left(\frac{d^2r_1}{dt^2}+\frac{d^2r_2}{dt^2}-\frac{d^2r_3}{dt^2}-\frac{d^2r_4}{dt^2}\right)\right\}.\text{“}$$

Denkt man sich nun, dafs eine jede der 4 elektrischen Massen sich immer in derselben Richtung gleichmäfsig fortbewege, und rechnet die Zeit t von dem Augenblicke an, in welchem sich dieselben in den Elementen α und α' befinden, so ist r_1 bestimmt durch die Gleichung:

$$r_1^2 = (r+u't\cos\theta'-ut\cos\theta)^2+(u't\sin\theta'-ut\sin\theta\cos\omega)^2$$
$$+(ut\sin\theta\sin\omega)^2$$

und ähnliche Gleichungen gelten für r_2, r_3, r_4. Man erhält hieraus, für $t=0$:

$$\frac{dr_1}{dt} = u\cos\theta+u'\cos\theta$$

$$r\frac{d^2r_1}{dt^2} = u^2\sin^2\theta+u'^2\sin^2\theta'-2uu'\sin\theta\sin\theta'\cos\omega$$

und ähnliche Ausdrücke für die entsprechenden auf r_2, r_3, r_4 bezüglichen Gröfsen. Es ergiebt sich aus diesen:

$$\frac{dr_1^2}{dt^2}+\frac{dr_2^2}{dt^2}-\frac{dr_3^2}{dt^2}-\frac{dr_4^2}{dt^2} = -8uu'\cos\theta\cos\theta,$$

$$r\left(\frac{d^2r_1}{dt^2}+\frac{d^2r_2}{dt^2}-\frac{d^2r_3}{dt^2}\frac{d^2r_4}{dt^2}\right) = -8\,uu'\sin\theta\sin\theta'\,\mathrm{hos}\,\omega$$

also der Ausdruck für die Abstofsungskraft der beiden Stromelemente:

$$= -\frac{\alpha\alpha'}{rr}\,aeu\cdot ae'u'\cdot(\sin\theta\sin\theta'\cos\omega - \tfrac{1}{2}\cos\theta\cos\theta')$$

oder, wenn man

$$aeu = i,\ ae'u' = i'$$

setzt, und den Winkel ε einführt, den die beiden Elemente unter einander bilden:

$$= -\frac{\alpha\alpha'}{rr}\,ii'\ (\cos\varepsilon - \tfrac{3}{2}\cos\theta\cos\theta')$$

welches der Ampère'sche Ausdruck ist. Die in einem der Elemente von dem anderen inducirte elektromotorische Kraft findet man in diesem Falle $=0$; es ergiebt sich nämlich die Kraft, welche auf die positive Elektricität eines Elementes wirkt, gerade so grofs, als diejenige, welche auf die negative desselben wirkt.

In dem zweiten Falle, in welchem ein constantes Stromelement ruht, und ein Drahtelement bewegt wird, ergiebt sich die Abstofsungskraft der beiden Elemente $=0$, wogegen die in dem letzteren inducirte elektromotorische Kraft einen Werth erhält. Ist α das ruhende Element, α' das bewegte, r die Entfernung derselben, i die Intensität in α, θ der Winkel, den α und r bilden, u' die Geschwindigkeit, mit der α' in einer Richtung bewegt wird, welche mit r den Winkel θ', mit α den Winkel ε bildet, ist ferner $\alpha'e'$ die positive, $-\alpha'e'$ die negative Elektricität, die sich in α' befinden und mit demselben fortgeführt werden, so ist die Differenz der Kräfte, welche auf $\alpha'e'$ und $-\alpha'e'$ wirken,

$$= -\frac{\alpha\alpha'}{rr}\,i\cdot ae'u'\left(\cos\varepsilon - \frac{3}{2}\cos\theta\cos\theta'\right)$$

„Die hierdurch bestimmte Kraft sucht die positive und negative Elektricität im inducirten Elemente α' nach der Richtung der Geraden r von einander zu scheiden. In der Wirklichkeit kann diese Scheidung aber nur nach der Richtung von α' erfolgen,

weil in einem linearen Leiter ein galvanischer Strom nur in der Richtung des Leiters statt finden kann. Zerlegt man daher obige Kraft nach der Richtung des Elements α', und senkrecht darauf, so kommt nur der erstere Theil als elektromotorische Kraft in Betracht, und dieser ist, wenn φ den Winkel bezeichnet, welchen das Element α' mit der verlängerten Geraden r macht:

$$— = \frac{\alpha\alpha'}{rr} i \left(\cos\varepsilon - \frac{3}{2}\cos\theta\cos\theta'\right) ae' u' \cos\varphi$$

Gewöhnlich versteht man unter elektromotorischer Kraft die beschleunigende Kraft, welche die angegebene absolute Kraft auf die in der Längeneinheit des inducirten Leitungsdrahtes enthaltene elektrische Masse e' ausübt, welche durch Division des obigen Werthes mit e' erhalten wird. Hiernach würde endlich die elektromotorische Kraft eines ruhenden constanten Stromelements auf ein bewegtes Drahtelement erhalten werden:

$$= - \frac{\alpha\alpha'}{rr} i \left(\cos\varepsilon - \frac{3}{2}\cos\theta\cos\theta'\right) au' \cos\varphi.\text{“}$$

Dieses Resultat prüft Hr. Weber an dem Erfahrungssatze, welchen er in dem ersten Theile dieser Abhandlung aus Beobachtungen bewiesen hat, dafs die Induktion eines ruhenden constanten Stromes auf einen gegen ihn bewegten Leitungsdraht die nämliche sei, wie die Induktion eines Magnets auf denselben Leitungsdraht, wenn die elektrodynamische Kraft, welche jener constante Strom auf jenen von einem Strome durchflossenen Leitungsdraht ausüben würde, der elektromagnetischen Kraft gleich wäre, welche der Magnet auf den von demselben Strome durchflossenen Draht ausüben würde. Er nennt die rechtwinkligen Componenten der Kraft, mit der ein geschlossener Strom auf ein Stromelement wirkt, X, Y, Z; diejenigen der Kraft, mit der ein Magnet auf dasselbe wirkt, X', Y', Z'; die Componenten der elektromotorischen Kraft, welche in diesem Elemente, wenn es bewegt wird, von dem Strom inducirt wird, und $\mathfrak{X}$, $\mathfrak{Y}$, $\mathfrak{Z}$; von dem Magnete $\mathfrak{X}'$, $\mathfrak{Y}'$, $\mathfrak{Z}'$; die Werthe aller dieser Componenten stellt er auf; es folgt aus denselben:

$$\frac{X'}{X} : \frac{\mathfrak{X}'}{\mathfrak{X}} = \frac{Y'}{Y} : \frac{\mathfrak{Y}'}{\mathfrak{Y}} = \frac{Z'}{Z} : \frac{\mathfrak{Z}'}{\mathfrak{Z}} = a : k$$

wo k die Constante bezeichnet, von welcher die Magneto-Induktion abhängt; jener Erfahrungssatz stimmt mit diesen Proportionen

überein, lehrt aber noch weiter, dafs $a = k$ sein mufs. Hr. WEBER vergleicht darauf seine Theorie der Induktion mit Sätzen, die von FECHNER und NEUMANN aufgestellt sind. FECHNER [1] war der erste, welcher eine Erklärung der Induktionserscheinungen aus den elektrodynamischen Erscheinungen in dem Falle zu geben versuchte, dafs der inducirte Leiter bewegt wird, der inducirende Strom ruht. Hr. WEBER zeigt, dafs diese Erklärung mit seiner Theorie übereinstimmt, und durch dieselbe vervollständigt wird. NEUMANN hat in seiner Abhandlung „Allgemeine Gesetze der inducirten elektrischen Ströme", über die hier bereits berichtet worden ist, für die, in dem bewegten Drahtelemente α' durch das Stromelement α inducirte, elektromotorische Kraft den Ausdruck

$$- \varepsilon \cdot u' \alpha' C$$

gefunden, wo ε eine Constante, u' die Geschwindigkeit vou α', und $C\alpha'$ die nach der Richtung der Bewegung von α' zerlegte Kraft bedeutet, mit der α auf α' wirkt, das letzte Element von der Einheit des Stromes durchflossen gedacht. Der Ausdruck des Herrn WEBER läfst sich schreiben:

$$a \cdot u' \alpha' D$$

wo $\alpha' D$ die nach der Richtung von α' zerlegte Kraft bedeutet, mit der α auf α' wirken würde, wenn dieses Element die Richtung hätte, in der es bewegt wird, und von der Einheit des Stromes durchflossen würde. „Das NEUMANN'sche Gesetz, sagt Hr. WEBER, würde, wie man hieraus sieht, dem unsrigen widersprechen, wenn man es auf ein einzelnes Stromelement, als Inducenten anwenden wollte, weil die Faktoren C und D ganz verschiedene Werthe haben. Es leuchtet aber ein, dafs das NEUMANN'sche Gesetz seiner Herleitung gemäfs zunächst nicht für jedes einzelne inducirende Stromelement, sondern nur für einen geschlossenen Strom als Inducenten gelte, weil nämlich der LENZ'sche Satz, aus dem es hergeleitet worden ist, blos für geschlossene Ströme als experimentell begründet gelten kann." Für den Fall, dafs der inducirende Strom ein geschlossener ist, zeigt Hr. WEBER, dafs sein Gesetz dasselbe Resultat liefert, als das NEUMANN'sche, wenn $\varepsilon = a$ gesetzt wird.

[1] POGG. Ann. LXIV, 337. Berl. Ber. 1845, 530.

Hr. Weber bemerkt darauf, dafs der Fall der Induktion, in welchem das inducirende Element bewegt wird, das inducirte ruht, auf den entgegengesetzten, eben betrachteten, Fall zurückgeführt werden kann, da das elektrische Grundgesetz die Wirkung zweier elektrischen Massen aufeinander nur von ihrer relativen Geschwindigkeit abhängig macht; dann wendet er sich zur Betrachtung des letzten der oben bezeichneten 3 Fälle, in welchem beide Elemente ruhen, und das eine von einem variabeln Strome durchflossen wird. Er gebraucht hier dieselben Bezeichnungen, wie bei der Untersuchung des ersten Falles, und stellt dieselben Betrachtungen an, mit dem Unterschiede, dafs er hier u als mit der Zeit veränderlich annimmt. Für die Abstofsungskraft der beiden Elemente α und α' erhält er denselben Ausdruck, wie wenn u constant wäre; für die in α' inducirte elektromotorische Kraft findet er den Ausdruck:

$$-\frac{a}{2}\frac{\alpha\alpha'}{r}\cos\theta\cos\theta'\frac{di}{dt}.$$

Das Gesetz dieser Induktion, welche durch variable Ströme in ruhenden Leitern hervorgebracht wird, vergleicht er nun mit dem Gesetze der Induktionswirkung constanter Ströme auf bewegte Leiter. Er beweist, zuerst für einzelne inducirende und inducirte Elemente unter der Bedingung, dafs die Bewegung des letzteren nach der Richtung der Geraden r geschieht, dann allgemein für geschlossene Ströme und Leiter, die Bewegung mag sein wie sie wolle: „dafs durch Entstehen oder Verschwinden eines Stromes in der Nähe eines Leiters in diesem Leiter derselbe Strom inducirt werde, wie wenn jener Strom gleichförmig fortgedauert hätte, aber entweder aus grofser Entfernung in jene Nähe des Leiters oder umgekehrt aus jener Nähe in grofse Entfernung versetzt worden wäre." [1]

Nach der Betrachtung dieser 3 speciellen Fälle geht Herr

[1] Jedoch erscheint der Beweis für die Gültigkeit dieses Satzes in dem Falle, dafs die Bewegung willkürlich ist, und Strom und Leiter geschlossen sind, nicht ganz strenge; in so fern er nämlich auf der Behauptung beruht, dafs durch Drehung eines Stromelementes um seinen Mittelpunkt keine elektromotorische Kraft in einem ruhenden Leiterelemente erregt wird, was mit den Principien dieser Theorie nicht im Einklange steht.

Weber zu der schon oben ausgesprochenen allgemeinen Aufgabe über, die Wirkung zweier bewegter, von variabeln Strömen durchflossener, Elemente zu bestimmen. Seine Resultate sind: dafs die Abstofsungskraft der beiden Elemente dieselbe ist, wie wenn sie ruhten und ihre Stromintensitäten in dem betrachteten Augenblicke constant wären, und dafs die in einem Elemente inducirte elektromotorische Kraft unabhängig ist von der Intensität des dasselbe durchfliefsenden Stromes und gleich ist der Summe der 2 elektromotorischen Kräfte, welche stattfinden würden 1) wenn die beiden Elemente nicht bewegt würden, 2) wenn die Intensität des inducirenden Elementes sich nicht änderte.

Den bis jetzt angestellten Betrachtungen lag die Voraussetzung zu Grunde, dafs in einem jeden Elemente eines galvanischen Stroms gleiche Massen positiver und negativer Elektricität sich mit gleicher Geschwindigkeit in entgegengesetzter Richtung bewegen. Ein constanter Strom dieser Art, bemerkt Hr. Weber nun, könnte nur bestehen, wenn die elektromotorischen Kräfte auf alle Stromelemente nach Proportion ihrer Widerstände vertheilt wären, da die einzelnen Elemente eines solchen Stromes keine elektromotorischen Kräfte in eineinander erregen. Genügen die äufseren elektromotorischen Kräfte dieser Bedingung nicht, so wird sich ein Strom bilden, in dessen Elementen die eine Masse gröfser ist als die andere, dafür aber sich mit kleinerer Geschwindigkeit bewegt, so dafs durch einen jeden Querschnitt gleichzeitig gleiche Mengen positiver und negativer Elektricität strömen. Hierdurch nämlich definirt Hr. Weber einen galvanischen Strom im Gegensatze zu anderen, unter diesem Namen nicht mit begriffenen elektrischen Bewegungen. Bei einem solchen Strome, bei dem die einzelnen Elemente mit freier Elektricität geladen sind, entspringen aus der Wechselwirkung der Elemente neue elektromotorische Kräfte, von welchen die ungleichen Verhältnisse der ursprünglichen zu den Widerständen ausgeglichen werden. Hierzu reicht bei den bekannten Ketten ein sehr geringer Grad elektrischer Ladung hin. Der Einflufs dieser Ladungen, der nur klein sein kann, wie schon daraus hervorgeht, dafs auch bei Vernachlässigung desselben die Rechnung mit der Erfahrung in den meisten Fällen übereinstimmt,

wird untersucht, und es werden die Glieder entwickelt, die durch ihn der elektrodynamischen und der elektromotorischen Kraft zweier Stromelemente hinzugefügt werden.[1]

Hr. Weber setzt auseinander, dafs man daran keinen Anstofs nehmen könne, dafs das gefundene Fundamentalgesetz die Kraft, mit der zwei elektrische Massen auf einander wirken, von ihrer relativen Geschwindigkeit und Beschleunigung abhängig mache; er vertheidigt die Möglichkeit, dafs in der Natur wirklich solche Kräfte vorhanden wären, sagt aber auch, dafs man das elektrische Grundgesetz vielleicht würde aussprechen können ohne solche Kräfte zu Hülfe zu nehmen, wenn man ein vermittelndes Medium annähme und dieses in Betracht zöge.

Schliefslich giebt Hr. Weber einige Umformungen des Ausdruckes

$$\frac{ee'}{rr}\left(1-\frac{aa}{16}\frac{dr^2}{dt^2}+\frac{aa}{8}r\frac{dr^2}{dt^2}\right)$$

welcher das elektrische Grundgesetz enthält; von diesen will ich nur die eine:

$$\frac{ee'}{rr}\left(1+\frac{aa}{4}\sqrt{r^3}\,\frac{d^2\sqrt{r}}{dt^2}\right)$$

hier anführen; in Bezug auf zwei andere, von denen die eine die elektrischen Erscheinungen als zum Theil von katalytischen Kräften herrührend erscheinen läfst, verweise ich auf das Original.

Poggendorff. Ueber ein Problem bei linearer Verzweigung elektrischer Ströme.

Hr. Poggendorff leitet die Formeln für die Intensität der Ströme in den einzelnen Drähten der Combination ab, welche

[1] Der Ausdruck des Gliedes, um welches die Abstofsungskraft zweier Stromelemente, die mit freier Elektricität geladen sind, durch den Einflufs dieser Ladungen vermehrt wird, ist, wie er in der Abhandlung steht, nicht ganz richtig; der richtige ist:

$$\frac{m}{2}\frac{\alpha\alpha'}{rr}ki'(\sin\theta'\sin\eta\cos(\omega+\varepsilon)-\tfrac{1}{2}\cos\theta'\cos\eta)+\frac{m}{8}\frac{\alpha\alpha}{r}ae\cos\theta'\frac{di'}{dt}$$
$$-\frac{n}{2}\frac{\alpha\alpha'}{rr}ki(\sin\theta\sin\eta\cos\varepsilon-\tfrac{1}{2}\cos\theta\cos\eta)-\frac{n}{8}\frac{\alpha\alpha'}{r}ae\cos\theta\frac{di}{dt}.$$

man erhält, wenn man den Strom einer galvanischen Kette sich auf eine gewisse Strecke in zwei Zweige zertheilen läfst, und beide Zweige durch einen Querdraht, wie durch eine Brücke, verbindet. Er entwickelt diese Formeln einmal nach einer, von W. Weber herrührenden, speciellen Methode, dann nach der, vom Berichterstatter Pogg. Ann. LXIV, 513 angegebenen, allgemeinen. Darauf giebt er die Resultate von Versuchen an, die von ihm und Weber angestellt sind, um die Richtigkeit dieser Formeln zu prüfen, und dieselben hinlänglich bestätigen. Weber ermittelte experimentell den Widerstand, welchen die beiden Zweige mit ihrem Querdrahte dem Hauptstrome darboten; und zwar bediente er sich hierbei, statt der durch eine galvanische Kette erregten Ströme, der durch Magneto-Induktion hervorgebrachten, und mafs die Intensität derselben an einem Bifilarmagnetometer. Hr. Poggendorff bestimmte die Stromstärken in den einzelnen Drähten selbst, indem er eine kleine Grove'sche Batterie und eine Sinusbussole anwendete.

Der Berichterstatter hat die Wirkung einer von galvanischen Strömen durchflossenen Scheibe auf eine Magnetnadel beobachtet, und die Beobachtungen mit der Theorie verglichen. Sehr nahe über einer kreisförmigen Metallscheibe, durch welche der Strom einer Daniell'schen Kette mit Hülfe zweier Drähte geleitet wurde, die dieselbe in zwei Punkten ihrer Peripherie berührten, war eine kleine cylindrische Magnetnadel aufgehängt; die Scheibe wurde nach und nach in ihrer eigenen Ebene verschoben, so dafs die Nadel über anderen und anderen Punkten derselben zu stehen kam, und jedesmal die Ablenkung der Nadel aus dem magnetischen Meridiane mit Hülfe eines Spiegelapparates beobachtet. Bei der theoretischen Berechnung der Ablenkungwinkel wurden die beiden magnetischen Flüssigkeiten der Nadel in 2 Punkten ihrer beiden Endflächen concentrirt gedacht, und diese beiden Pole als unendlich nahe über der Scheibe liegend angesehen; die Ablenkungswinkel liefsen sich dann leicht berechnen mit Hülfe des Satzes — der aus dem Gesetze der Wirkung eines lineären Stromelements auf einen Magnetpol folgt —, dafs eine Scheibe,

die in der Art von galvanischen Strömen durchflossen wird, dafs φ die Spannung des Punktes ist, der die rechtwinkligen Coordinaten x, y hat, auf einen Magnetpol, der die magnetische Flüssigkeit μ enthält, und sich unendlich nahe über dem Punkte x, y befindet, eine Kraft ausübt, deren Componenten:

$$X = 2\pi\mu \frac{\partial\varphi}{\partial y}, \; Y = -2\pi\mu \frac{\partial\varphi}{\partial x}$$

sind, die Leitungsfähigkeit der Scheibe $= 1$ gesetzt; für den Fall des Experimentes war nämlich φ aus einer früheren Arbeit des Berichterstatters (Berl. Ber. 1845, 451) bekannt. Die Uebereinstimmung der Beobachtungen und der Rechnung war so grofs, als der Berichterstatter sie erwarten zu können glaubte.

Dr. G. Kirchhoff.

Sinsteden. Elektrische Spannungserscheinungen, selbst Funken an ungeschlossenen Induktionsspiralen und an Magneten, welche Elektricität in diesen Spiralen induciren. (1. Oktober des Jahres.)

Hr. Sinsteden, Regimentsarzt in Pasewalk, hat die elektrischen Erscheinungen, die sich an offenen Induktionskreisen unter den Umständen kundgeben, unter welchen, bei Vervollständigung der Leitung, Strömungen erfolgt sein würden,[1] zum Gegenstande einer interessanten Versuchsreihe gemacht.

Er bediente sich zuerst einer Saxton'schen Maschine nach

[1] Vergl. Berl. Ber. 1845. S. 538. Hier hat Berichterstatter das kurze Geschichtliche dieses Gebiets von Erscheinungen bereits mitgetheilt. Was seine eigenen daselbst beschriebenen Versuche „*Ueber unipolare Induktionszuckungen*“ betrifft, so sind dieselben zwar erst nach der Bekanntmachung der Sinsteden'schen Arbeit durch den Druck veröffentlicht worden, allein der in der Sitzung der physikalischen Gesellschaft vom 4. April 1845 gehaltene Vortrag darüber ist um anderthalb Jahre älter und eine kurze Anzeige davon auch schon im Januar 1846 in einem hiesigen Tageblatt erschienen. (S. Berlinische Zeitung von Staats- und gelehrten Sachen. Im Verlage Vossischer Erben. Vom 17. Januar 1846: „Hr. du Bois-„Reymond las über unipolare Induktionszuckungen, welche an ei-„nem Ende eines offenen Induktionskreises entstehen, wenn dieses „oder das andere Ende mit der Erde in Verbindung steht.“)

Oertling's Einrichtung, wie man sie in Dove's *Untersuchungen im Gebiete der Induktionselektricität.* Berlin 1842. S. 71* beschrieben findet. Die Eisenkerne der Induktionsrollen waren Drahtbündel. Behufs vollkommnerer Isolation, wie sie sich hier nothwendig zeigte, wurde die ganze Maschine auf vier, ½" dicke Kautschukscheiben gestellt, und die Ständer, welche die auf den Polwalzen schleifenden Federn tragen, erhielten 3" hohe, mit Schellack überzogene Glasfüfse. Die Magnetpole wurden mit Wachstaffet beklebt, die ihnen zugekehrten Enden der Drahtbündel mit einer dicken Lage Schellack überzogen, und 1½''' von den Magnetpolen entfernt gehalten.

Zuerst wurde die so vorbereitete Maschine mit den gespaltenen Federn versehen, welche die abwechselnd gerichteten Ströme derselben in gleichgerichtete verwandeln (S. Dove a. a. O. S. 72*). Hr. Sinsteden untersuchte nun bei Abwesenheit jeder Leitung zwischen den Ständern die freie Spannungselektricität, die sie etwa erlangen mochten. Dies geschah mit Hülfe eines condensirenden Goldblattelektroskops, indem das eine Ende eines kupfernen Leitungsdrahtes an den zu prüfenden Ständer angeschraubt und das andere Ende desselben mittelst eines gläsernen Führungsstabes an die untere Condensatorplatte gebracht wurde, während die obere ableitend berührt war. War kein Ständer mit der Erde leitend verbunden, so gingen nach Abnahme der oberen Condensatorplatte die Goldblätter gegen 1" auseinander, wobei die Art der Elektricität begreiflich sich in Uebereinstimmung zeigte mit der Richtung, die, bei vervollständigtem Kreise, der magnetelektrische Strom in dem Ständer gehabt haben würde. Wurde aber der nicht zu untersuchende Ständer mit der Erde leitend verbunden, so vermehrte sich die Elektricität an dem andern Ständer bedeutend: die Goldblätter wurden 5" auseinander geschleudert, und setzten sich an die Wände des Glasgefäfses, worin sie hinabhingen, fest. Die abgehobene Condensatorplatte gab ein ¼" langes Fünkchen. Es gelang sehr leicht, eine kleine Leidener Flasche zu laden.

Bis hieher bieten die von Hrn. Sinsteden beobachteten Thatsachen, den grofsen Mafsstab, in welchem sie sich zeigten, ausgenommen, nichts Ueberraschendes dar. Sehr merkwürdig er-

scheint aber die nun folgende Angabe, dafs nämlich der Stahlmagnet immer diejenige Spannungselektricität und beinahe in gleichem Mafse kund gab, welche an dem nicht mit der Erde verbundenen Ständer gefunden wurde. Ueber das Ursächliche dieses ganz neuen Umstandes, der, wie er hier dargestellt ist, für die Theorie der Induktion, leicht von grofser Wichtigkeit werden könnte, äufsert sich der Verfasser zunächst folgendermafsen: „dafs der Stahlmagnet die„selbe Elektricität zeigte, wie das isolirte Drahtende des Induktors, „beweist, dafs der Magnet nicht nach dem Gesetze der Verthei„lung gewöhnlicher Glasmaschinenelektricität elektrisch wurde, „denn alsdann hätte der Magnet an dem, dem Induktor zugewandten „Ende die entgegengesetzte Elektricität des ersteren zeigen müs„sen; hier scheint vielmehr ein anderes, elektrodynamisches Gesetz „zu walten, und es gehört die Erscheinung des Elektrischwerdens „des Stahlmagnetes vielleicht zu den Vorgängen, welche Hr. Prof. „Fechner [1] mit geistigem Auge vorhergesehen hat."

Die erwähnten, gespaltenen Federn schleifen bis auf den Augenblick des Wechsels, der aufser Betracht kommt, stetig auf den Polwalzen der Maschine. Hierbei erhält der in den Kreis zwischen beiden Ständern eingeschaltete menschliche Körper bekanntlich keine wahrnehmbaren Erschütterungen, obschon, wovon ich mich überzeugt habe, der stromprüfende Schenkel lebhaft tetanisirt erscheint. Damit kräftige Stöfse erfolgen, ist es nothwendig, den Kreis zwischen beiden Ständern während eines Theiles der Umdrehung, aufser durch den Körper, noch metallisch zu schliefsen und diese Schliefsung plötzlich hinwegzunehmen. Der starke, in der Rolle verschwindende Strom erzeugt, sich selber gleichgerichtet, einen Extracurrent, welcher seinen Weg durch die einzig offenstehende Leitung, den Körper, nimmt, und dieser secundäre Strom ist es bekanntlich allein, auf dem die gewaltigen physiologischen Wirkungen der Saxton'schen Maschinen beruhen.

Auch mit Hülfe dieses Stromes ist es Hrn. Sinsteden gelungen, dieselben Erscheinungen, und in noch auffallenderer Art,

[1] Pogg. Ann. LXIV. 337*. Vergl. Berl. Ber. 1845. S. 532. 3.

zu beobachten. Die gespaltenen Federn wurden dazu durch andere ersetzt, deren nähere Beschreibung an Ort und Stelle nachzusehen ist. Hier genügt es zu wissen, dafs die Einrichtung bei jeder Umdrehung vier Stöfse mit sich brachte, wovon je zwei in umgekehrter Richtung von den beiden anderen. In dem Augenblick, wo die metallische Schliefsung des Kreises aufgehoben wurde, während welcher keine freie Elektricität entwickelt werden konnte, war stets die Anordnung diese: die eine Walze war nach der Erde abgeleitet, die andere isolirt; dieser gegenüber aber und ihrem Umfange äufserst nahe fand sich eine feine Stahlspitze, welche mit einem besponnenen Kupferdrahte zusammenhing. Von den Elektricitäten, deren Vereinigung bei Gegenwart einer Nebenschliefsung zwischen der abgeleiteten und der isolirten Walze in derselben den Extracurrent erzeugt haben würde, flofs also stets die eine in den Erdboden ab, während die andere an dem isolirten Ende des offenen Kreises zu freier Spannung von beträchtlicher Höhe gedieh. In der That, wurde jetzt der mit der Stahlspitze verbundene Leitungsdraht an das Elektroskop gebracht, so zeigte sich freie Elektricität auch ohne Anwendung des Condensators; die Goldblätter blieben, so lange die Maschine bewegt und der Leitungsdraht an den Knopf des Elektroskops gehalten wurde, in fortwährendem lebhaften Hüpfen. Wurde die Berührung nur einen Augenblick lang fortgesetzt, so blieben die Goldblätter 1—1¼″ weit auseinander stehen, und zwar divergirten sie, je nach der Umdrehungsphase des Ankers, während welcher die Ladung stattfand, bald mit positiver und bald mit negativer Elektricität. Zwischen der Stahlspitze und der Walze schlugen unaufhörlich kleine Fünkchen über, so schnell, dafs ein ruhender leuchtender Punkt erschien, und näherte man dem übersponnenen Drahte, der mit der Spitze verbunden war, den Rücken der Hand oder sonst eine empfindliche Hautstelle, so schlugen sogar durch die Seide Fünkchen hindurch, die ein höchst schmerzhaftes Stechen verursachten.

Auch der Stahlmagnet zeigte jetzt stärkere Spannung, indem er nicht nur kräftiger auf das Elektroskop wirkte, und brennende Empfindung auf einer zarten Hautstelle verursachte, sondern auch ein spitziger Leiter, der mit keinem Theile der Maschine in irgend einer Verbindung stand, demselben Fünkchen entlockte. Noch

lebhafter erschienen diese Wirkungen, wenn der mit der Stahlspitze verbundene Leitungsdraht an den Magnet gebracht wurde. Berührte man mit diesem Drahte das Gesicht, während man einen an dem Magnet befestigten Draht in den Mund nahm, so empfand man so heftiges Brennen, daſs es auch nur wenige Sekunden lang nicht zu ertragen war.

Hieraus schloſs Hr. Sinsteden, daſs jetzt der Stahlmagnet die entgegengesetzte Spannungselektricität des nicht mit der Erde in leitende Verbindung gesetzten Endes des Induktionskreises habe. Um sich der Richtigkeit dieser Folgerung zu vergewissern, wurde der Maschine eine solche Einrichtung gegeben, daſs zwar die eine Hälfte einer jeden Umdrehung des Ankers stets ganz verloren war, und von der andern Hälfte her nur noch ein Stoſs übrig blieb, dieser aber nun immer in einem und demselben Sinne erfolgte. Trotzdem glückte es dem Verfasser nicht, zu einem sichern Ergebnisse zu gelangen. Es zeigte sich nämlich, daſs der Magnet, ganz gleichviel welches der beiden Enden des Kreises nach der Erde abgeleitet war, bald positive, bald negative Elektricität besaſs; eine Unregelmäſsigkeit, deren Grund gesucht wird in der doch stets noch unvollkommnen Verwandlung der abwechselnd gerichteten Ströme der Maschine in gleichgerichtete.

Hr. Sinsteden hat ferner ähnliche Versuche mit einer voltaelektrischen Induktionsvorrichtung angestellt. Auch hier bildete ein Drahtbündel den Eisenkern der Rolle. Es fand sich in einem Glasrohr isolirt. Ein Blitzrad diente zum rasch auf einanderfolgenden Oeffnen und Schlieſsen der Kette. Dabei zeigten sich ganz dieselben Erscheinungen, wie oben an der Saxton'schen Maschine. Jedes der beiden Enden des offenen Induktionskreises gab nicht nur am Elektroskop starke Elektricität kund, sondern auch Funken, wenn ihm ein Leiter genähert wurde, und in Berührung mit der Haut verursachte es empfindliches Brennen. Alle diese Erscheinungen wurden bedeutend verstärkt, wenn das gerade nicht zu untersuchende Ende zur Erde abgeleitet war. Setzte man das Eisendrahtbündel mit dem Elektroskop in Verbindung, so divergirten die Blätter oft 4—5″. Näherte man dem Bündel einen spitzigen Leiter, so schlugen unaufhörlich glänzende Fünkchen über. Berührte man eine spitzige Kante des

Bündels mit einer empfindlichen Hautstelle, so fühlte man ein schmerzhaftes Brennen, und diese Erscheinungen verstärkten sich oder verschwanden beziehlich, je nachdem man das eine oder das andere freie Ende der Rolle mit dem Elektromagnet verband. So weit entsprechen die Erscheinungen, bis auf das letzterwähnte Verschwinden, den an der Saxton'schen Maschine beobachteten. Dieses würde anzeigen, daſs hier das Zeichen der freien Spannung des Elektromagnetes unabhängig sei von dem Ende der Induktionsrolle, welches nach der Erde abgeleitet ist; während bei dem Stahlmagnet, bei Anwendung der abwechselnd gerichteten Extraströme, dieses Zeichen immer ein und dasselbe war mit demjenigen der nach der Erde hin abgeleiteten Elektricität. Hr. Sinsteden hoffte anfangs in diesen Spannungserscheinungen der Magnete Aeuſserungen der hypothetischen Ampère'schen elektrischen Ströme um die Molekeln derselben erblicken zu dürfen. Diese Erwartung wurde aber alsbald getäuscht, da er anstatt des Eisendrahtbündels eine Rolle Messingblech in das von den Rollen umgebene Glasrohr steckte. Denn es zeigten sich an diesem Messingbleche gleichfalls Funken, elektrometrische und physiologische Wirkungen ganz so, wie früher an dem Eisendrahtbündel, nur natürlich etwas schwächer, weil kein Eisenkern vorhanden war. Die Magnete äuſserten also nicht als Magnete elektrische Erscheinungen, sondern nur als Leiter überhaupt.

Die Einrichtung des voltaëlektrischen Induktors giebt noch Anlaſs zur Wahrnehmung einer besonderen, nicht wenig verwickelten Art von Erscheinungen, welche bei der magnetoëlektrischen Induktion der Natur der Dinge nach hinwegfällt. Faſste man nämlich mit der einen Hand das äuſsere Ende der Induktionsrolle und mit der andern ein beliebiges (?) Ende der Schlieſsungsrolle, während das innere Ende der Induktionsrolle nach der Erde abgeleitet war, so empfand man ganz merkliche Erschütterungen, die sich bis in das Handgelenk erstreckten. Vertauschte man die Enden der Induktionsrolle, so fühlte man nicht nur kein Zucken, sondern auch das Brennen, welches das Ende an und für sich verursacht haben würde, hörte auf. Ebenso verschwand das Brennen an einer Berührungsstelle des Eisendrahtbündels

beinahe ganz, wenn mit der andern Hand gleichzeitig das eine oder das andere Ende der Schliefsungsrolle gefafst wurde. — Die Erschütterungen, die man durch Verbindung des einen Endes der Induktions- mit einem Ende der Schliefsungsrolle erhält, haben, wie Hr. Sinsteden erinnert, bereits Masson und Breguet wahrgenommen, und der Beschreibung ihres Versuches folgende Auseinandersetzung angehängt: „*Cette expérience nous paraît* „*indiquer qu'au moment de l'interruption du circuit, les deux* „*fils sont dans les mêmes conditions que deux bouteilles de* „*Leyde chargées. La longueur des fils produirait le même* „*effet d'isolement qu'une plaque de verre dans la bouteille de* „*Leyde et la combinaison des électricités contraires aurait* „*lieu sur le corps de l'individu qui reçoit la décharge, le corps* „*humain conduisant plus facilement l'électricité qu'un fil de* „*cuivre d'une très-grande longueur.*"[1] Mit Recht bemerkt wohl schliefslich dagegen Hr. Sinsteden: „Es ist . . . nicht die Länge des „Drahts, welche hier die Glastafel der Leidener Flasche vertritt, wie „Masson und Breguet behaupten, sondern es ist eben die Bewegung der Elektricitäten nach den Drahtenden hin, welche sie hier „aufhäuft, verhindert, dafs sie durch den gut leitenden Draht sich „ausgleichen und sie zwingt durch den menschlichen Körper zu „gehen. Die Bewegung der Elektricitäten nach den Enden „der Spiraldrähte im Momente, wo sich der Extrastrom bildet, „ist es, welche diesem gut leitenden Drahte eine momentane „Coërcitivkraft für die Elektricität giebt . . . ." Unter diesem Vorbehalt läfst der Verfasser den Masson-Breguet'schen Vergleich als naturgemäfs gelten.

Dr. E. du Bois-Reymond.

Page. Gesetze der elektromagnetischen Induktion.

Hr. Page sucht nachzuweisen, dafs der Magnetismus eines weichen Eisenstabes, welchen ein spiralförmiger galvanischer Strom umgiebt, nicht der Oberfläche sondern der Masse des

[1] Ann. d. ch. et d. ph. 3 Sér. t. IV. p. 142*; Arch. de l'Él. t. II. p. 381. 382*.

Stabes proportional sei, also nicht, wie Lenz und Jakobi gezeigt haben, dem Durchmesser direkt proportional zunehme. Er bedient sich dazu einer Federwage, hängt daran einen Eisencylinder frei beweglich so auf, dafs er bis zur Hälfte in eine Kupferdrahtspirale reicht, und mifst an der Wage die Kraft, mit welcher der Eisenstab in die Spirale gezogen wird, wenn durch dieselbe ein Strom geht. Ein voller Eisenstab wurde mit einer Kraft von 6 Pfd., ein ebenso langer und dicker Stab, welcher hohl und vom halben Gewichte war, wurde mit einer Kraft von ungefähr 3 Pfd. herabgezogen. Wie sehr einer solchen Maafsbestimmung zu trauen ist, braucht nicht weitläuftig auseinander gesetzt zu werden.

C. G. Jungk.

B. Elektromagnetische und Induktions-Phänomene.

Desplaces. Mouvements dans un corps métallique suspendu au dessus d'une plaque d'un autre métal. C. R. XXIII. 1082*.

Breguet. De l'induction par différents métaux. C. R. XXIII. 1155*; Inst. No. 678. p. 434*.

Wartmann. Nouvelles expèriences sur l'électromagnétisme. Inst. No. 678. p. 439*.

de la Rive. De l'action combinée des courants d'induction et des courants hydro-électriques. Arch. d. sc. ph. et nat. I. 373*; Mém. d. l. soc. d. ph. de Gen. XI. 225*.

Wartmann. Addition au mémoire de Mr. de la Rive. Arch. d. sc. ph. et nat. I. 424*.

Zantedeschi. Memoria sugli effetti fisici chimici e fisiologici prodotti delle alternative delle correnti d'induzione della machina elettromagnetica di Callan. 4°.

— — Lettera I. sul magneto-telluro-elettrico in Italia. 8°.

Ragona-Scina. Nouvi fenomeni di rotazione dell'ago magnetico. Raccolta chim. I. 99*.

Matteucci. Note sur la conductibilité de la terre pour le courant électrique. C. R. XXII. 86*; Pogg. Ann. LXVIII. 146*; Inst. No. 628. p. 10*; Arch. d. sc. ph. et nat. I. 99*.

Von der Arbeit des Hrn. Desplaces ist bis jetzt nur der Titel veröffentlicht.

Ueber die Induktion durch verschiedene Metalle.

Hr. Breguet empfiehlt zur Untersuchung der magnetischen inducirenden Kraft verschiedener Metalle eine nach Dujardin construirte magnetoëlektrische Maschine [1], an welcher die Induktionsspirale auf den Schenkeln des Magnets sich befindet, und ein vor den Polen um eine den Schenkeln parallele Achse rotirendes weiches Eisenprisma den Strom inducirt. Hr. Breguet ersetzte das Eisenprisma durch Prismen von Silber, Kupfer, Messing, Zink, Zinn, Blei und Wismuth von 115^{mm} Länge, 40^{mm} Breite und 6^{mm} Dicke, und maafs mit einem Galvanometer von 1500 Windungen, dessen Nadel in 20 Secunden eine Schwingung vollendete, den während gleichmäfsiger Bewegung inducirten Strom.

Silber	gab eine Ablenkung von	76°
Kupfer	- - - - -	64°
Messing	- - - - -	43°
Zink	- - - - -	35°
Zinn	- - - - -	25°
Blei	- - - - -	12°
Wismuth	- - - - -	6°

Diese Ordnung stimmt mit der von Faraday gegebenen Kupfer, Zink, Zinn, Blei überein.

Él. Wartmann. Neue Versuche über den Elektromagnetismus.

Hr. Wartmann hat das Sonnenspektrum durch verschiedene luftförmige flüssige und feste Körper gehen lassen und beobachtet, ob in den Linien desselben irgend eine Veränderung eintritt, wenn jene durchsichtigen Substanzen dem Einflufs sehr kräftiger Elektromagnete ausgesetzt werden; er hat jedoch keine Verschiedenheit wahrgenommen, er mochte natürliches oder polarisirtes Licht zum Spektrum anwenden. — Ebenso wenig haben Versuche, einen Einflufs des Magnetismus auf die chemische Affinität zu entdecken, zu einem positiven Resultat geführt; ob-

[1] Dujardin. Note sur un nouvel appareil électromagnétique. C. R. XXI. 892; Berl. Ber. 1845. 525. — Die Priorität der Methode, den Magnetismus der sogenannten unmagnetischen Metalle mit Hülfe der durch dieselben inducirten Ströme nachzuweisen, kommt beiläufig Dove zu. S. Untersuchungen im Gebiete der Induktions-Elektricität. Berlin 1842. 4°. S. 58*.

gleich sehr starke Elektromagnete angewendet und die Versuche mannigfach abgeändert wurden. So wurden z. B. die Elektroden eines Voltameters von weichem vergoldetem Eisen gemacht, und beobachtet, ob die Gasentwicklung an denselben verschieden ist, je nachdem diese Elektroden durch Induktion magnetisch sind oder nicht. Dessenungeachtet, meint Hr. Wartmann, giebt es Erscheinungen, welche auf einen solchen Einfluſs des Magnetismus hindeuten. Denn werden zwei weiche Eisenstäbe in eine Flüssigkeit getaucht, welche das Eisen angreift, z. B. in Kupfervitriol, und ihre obern Enden mit den Polen eines Hufeisenmagnets berührt, so entstehen um die Eisenstäbe entgegengesetzte Rotationen der Flüssigkeit, im Sinne des Ampère'schen Gesetzes. — Ferner taucht man einen weichen Eisencylinder in eine Auflösung kaüflichen Kupfervitriols, so entstehen mit dem Kupferbeschlage um den Cylinder radiale hellblaue Strahlen, deren dickere Enden einen regelmäſsigen Ring bilden. Hat Eisen- und Kupfervitriol in der Auflösung ein gewisses Verhältniſs erreicht, so senkt sich diese Bildung zu Boden. Sind zwei Eisenkerne in demselben Gefäſs, so entstehen zwei solche Figuren, aber die Strahlen, welche sich begegnen würden, biegen sich innerhalb der rechten Winkel, welche die gerade Verbindungslinie der beiden Mittelpunkte mit ihrer Halbirungslinie macht, zu hyperbolischen Bogen, welche in ihren Endpunkten jene geraden Linien berühren. Sind drei Eisenkerne zu einem gleichseitigen Dreieck geordnet, so findet dasselbe statt in Bezug auf jede Verbindungslinie und ihre senkrechte Halbirungslinie, so daſs alle Strahlen, welche innerhalb des Dreiecks fallen, im Mittelpunkt desselben zusammen treffen. Die Ordnung dieser Linien ist vom Einfluſs des Magnetismus unabhängig. Hr. Wartmann nennt diese Streifen „Linien der chemischen Verwandtschaft."

A. de la Rive. Ueber die vereinte Wirkung inducirter und hydroëlektrischer Ströme.

Él. Wartmann. Zusatz zur Arbeit des Hrn. de la Rive.

Es ist bekannt, daſs ein galvanischer Strom beim Ein- und und Austritt seinem Leiter Ströme inducirt, deren Wirkungen

sich von seinem eigenen Effekt unterscheiden lassen, besonders wenn der Schliefsungskreis ein guter Leiter von bedeutender Ausdehnung ist. Diese Induktionströme, welche ein discontinuirlicher Strom in seinem Leiter erzeugt, in ihren Wirkungen auf den Hauptstrom genauer zu untersuchen, ist der Zweck der angeführten Arbeit von Hrn. de la Rive. Hr. de la Rive nimmt zu dem Ende eine Spirale von dickem Kupferdraht, welche auf beiden Seiten gabelförmig ausläuft, und läfst, indem er die einen Gabelenden mit den Polen eines Grove'schen Paares verbindet, den Strom desselben intermittirend durch die Spirale gehen. Sind während dieser Zeit die andern Gabelzweige nicht durch einen Leiter verbunden, so sagt er, die durch die Intermittenz inducirten Ströme gehen durch den Schliefsungskreis des inducirenden Paares, nehmen also diesen Weg nicht, wenn die zweiten Gabelzweige ihnen eine leitende Verbindung darbieten. In die Spirale konnte ein solider Kern oder ein Drahtbündel von weichem Eisen eingeführt werden, welches dann zugleich zur regelmäfsigen Unterbrechung des Stromes benutzt wurde. Indessen um auch ohne den Einflufs des Eisens operiren zu können, wurde dazu auch ein Uhrwerk angewendet. Die Art der Unterbrechung blieb bei zu vergleichenden Versuchen dieselbe, weil die Abänderung derselben auf die Resultate von Einflufs war.

Zuerst vergleicht Hr. de la Rive die Wirkung zweier Grove-schen Paare, das eine von 400 das andere von 100 Quadratcentimeter Oberfläche, wenn er ihre Ströme intermittirend und verstärkt durch ihre eigenen Induktionsströme (also ohne leitende Verbindung der zweiten Gabelenden) durch die Spirale fliefsen läfst, während ein, zwei oder mehrere Voltameter eingeschaltet sind. Aus dieser Vergleichung geht hervor, dafs das Verhältnifs beider Intensitäten durch die Zahl der eingeschalteten Voltameter nicht verändert wird. — Setzt man voraus, dafs der Widerstand der beiden Grove'schen Paare und ihrer Schliefsungen derselbe war und nur durch die Einschaltung der Voltameter verändert wurde; so ist nach dem Ohm'schen Gesetze jene Constanz des Verhältnisses nur möglich, wenn die Polarisation in den Voltametern Null ist. Uebereinstimmend damit findet Hr. de la Rive,

dafs der Strom eines einzigen Paares, verstärkt durch seine Induktionsströme, wie Hr. DE LA RIVE sagt, bis sechs Voltameter zu durchdringen und in jedem Gas zu entwickeln vermag, während er allein, ohne Hülfe der inducirten Ströme, kaum ein Voltameter überwindet. — Es ist in dem vorliegenden Auszug nicht deutlich ausgesprochen, aber wohl zu vermuthen, dafs wenn gesagt wird, ein Strom wirkt allein, ohne Hülfe seiner Induktionsströme, gemeint ist, die Induktionsströme sind durch die Verbindung der zweiten Gabelenden abgeleitet, nicht aber durch Aufhebung der Intermittenz ganz vermieden. Dasselbe gilt von folgendem Resultate. Wenn zwei, drei oder mehrere Voltameter in den Schliefsungskreis gebracht werden, so giebt eine Säule von respective zwei, drei oder mehreren Paaren eine geringere Wirkung, als ein einziges Paar, dafs von seinen Induktionsströmen durchflossen wird.

Richtet man den ganzen Apparat so ein, dafs, während das inducirende Paar durch die einen Gabelenden geschlossen ist, auch die andern unter sich verbunden sind, und ein gleiches GROVE'sches Paar, so wie auch ein Voltameter in ihrem Schliefsungskreis enthalten, so läfst sich die Anordnung so treffen [1], dafs das inducirende Paar, wenn es einerseits durch die rein metallische Leitung, welche die Spirale enthält, geschlossen ist, auch noch eine andere Verbindung hat, in welcher das GROVE'sche Paar, nicht aber die Spirale sich befindet. Damit nun die beiden Paare, während sie in einem Schliefsungskreise sich befinden, nicht eine wirksame Säule bilden, kann man ihre Ströme entgegengesetzt richten, und einen durch den andern aufheben.

Bei dieser Anordnung des Apparats untersucht Hr. DE LA RIVE die Wirkung im Voltameter und vergleicht sie mit der welche er erhält, wenn er das Voltameter in den intermittirenden Strom einschaltet und die andere Schliefsung ganz unterläfst. Hat das Voltameter drahtförmige Elektroden, so ist kein Unterschied wahrzunehmen, hat es aber breitere oder mit Platinschwarz bedeckte, so entwickelt das inducirende Paar, verstärkt durch die inducirten Ströme, mehr oder weniger Gas als das

[1] POGG. LX. 397; Arch. de l'Électr. III. 159.

gleiche Paar, welches vom inducirten Strom durchflossen wird. Dagegen zeigen Luftthermometer, welche in den Schliefsungskreis eingeschaltet werden, dafs der Wärmeeffekt gerade die umgekehrte Veränderung erfährt. Die Erklärung davon ist folgende. Der erste Induktionsstrom, welcher beim Schliefsen des intermittirenden Stromes entsteht, kann sich theils durch das Voltameter, theils durch das inducirende Paar ausgleichen, und wird letzteres vorzugsweise thun, wenn das Voltameter grofsen Widerstand darbietet, dagegen auch durch das Voltameter gehen, wenn es mittelst breiterer Elektroden einen leichten Durchgang gestattet. Dem zweiten Induktionsstrom, welcher durch das Oeffnen entsteht, bleibt aber kein anderer Weg als durch das Voltameter. Es gehen also durch dasselbe, wenn es wenig Widerstand darbietet, zwei entgegengesetzte Induktionsströme, welche an Intensität mehr oder weniger gleich sind und sich wegen ihres schnellen Wechsels hinsichtlich der Wasserzersetzung zum Theil aufheben, aber in der Wärmeerzeugung einander unterstützen. Ist wie in der beschriebenen Anordnung in die Schliefsung des Voltameters ein Paar eingeschaltet, dessen Strom mit dem zweiten Induktionsstrom gleiche Richtung hat [1], so läfst es den ersten gar nicht hindurch und entwickelt mit dem zweiten vereinigt Sauerstoff und Wasserstoff an verschiedenen Elektroden.

Dasselbe ist noch der Fall, wenn das zweite Grove'sche Paar durch ein Paar, das aus Platin, amalgamirtem Zink und verdünnter Schwefelsäure besteht und von gleicher Intensität ist, oder durch ein kleineres Grove'sches Paar ersetzt wird. Hr. de la Rive sieht in der Aufhebung des entgegensetzten Induktionsstromes mehr eine Wirkung der chemischen Aktion auf das oxydirbare Metall, als des Stromes, welchen das Paar erzeugt, denn wenn das Zink durch Blei ersetzt wird, so verstärkt der Strom zwar die ihm gleichgerichteten Induktionsströme, aber er hält die ihm entgegengerichteten nicht auf.

Wenn der Strom des zweiten Paares dem inducirenden

[1] Wie dies nach der Anordnung des Apparats und der von Hrn. de la Rive in Pogg. LIV. 245 ausgesprochenen Ansicht über die Richtung der Induktionsströme möglich ist, ist mir nicht klar geworden.

Strome gleichgerichtet war, gab das Voltameter viermal mehr Gas als im andern Falle. Der Einfluſs der Induktionsströme war dabei sehr gering, denn die Gasentwicklung war ziemlich gleich, es mochte ein Eisenkern in der Spirale sein oder nicht. Auf die Gasentwicklung durch den Strom eines Paares, verstärkt durch seine Induktionsströme, hatte die Anwesenheit des Eisens einen sehr befördernden Einfluſs, dagegen einen sehr geringen, wenn diese einfache GROVE'sche Kette durch eine zweipaarige Säule ersetzt wurde.

Der Funken, welcher am intermittirenden Apparat entsteht, ist geringer, wenn man den Eisenkern in die Spirale führt und nimmt zu, wenn derselbe weggenommen wird. — Der thermische Effekt des inducirten Stromes ist gröſser mit als ohne Eisenkern. Dabei kann in den Induktionsstrom ein Voltameter eingeschaltet sein oder nicht. Aufklärung über diese von Hrn. DE LA RIVE als sehr merkwürdig bezeichneten Erscheinungen kann die DOVE'sche Abhandlung: „Ueber inducirte Ströme, welche bei galvanometrischer Gleichheit ungleich physiologisch wirken"[1] geben.

Hr. WARTMANN hebt in seiner Note hervor, daſs er in den *Bulletins des Séances de la Société vaudoise des Sciences naturelles* I. 68, die den obigen analogen Entdeckungen mitgetheilt habe, daſs der Induktionsstrom einer Induktionsspirale am Metallthermometer einen weit gröſsern Effekt hervorbringt, wenn sich ein volles Drahtbündel von weichem Eisen darin befindet, als wenn dieses Bündel hohl ist und mit diesem weit wirksamer ist als ohne Drahtbündel, und daſs diese Erscheinung nicht verschwindet, wenn durch den Leiter des inducirten Stroms ein constanter Strom geht, dessen Wärmeeffekt von dem Einfluſs des Eisens unabhängig ist.

Die erste der oben angeführten Arbeiten von Hr. ZANTEDESCHI ist nur aus einem Citat bekannt und die zweite macht mit zwei andern vom Jahre 1847 ein Ganzes aus. Es scheint daher angemessen, das Nähere hierüber dem nächsten Jahresberichte vorzubehalten.

---

[1] Pogg. XXXIX. 72.

Hr. RAGONA-SCINA setzt eine Magnetnadel auf eine isolirte Metallspitze, so daſs sie in der horizontalen Ebene schwingen kann, umgiebt sie mit einem kupfernen Ring, dessen Ebene mit der Schwingungsebene der Nadel zusammenfällt, und dessen drei kupferne Füſse unten wieder durch einen kupfernen Ring verbunden sind. Setzt er nun die Spitze, worauf die Nadel ruht, mit dem positiven Conduktor einer Elektrisirmaschine, den untern Kupferring mit dem negativen Conduktor oder mit der Erde in Verbindung, so weicht der Nordpol von Nord nach West ab, so wie die Maschine in Thätigkeit gesetzt wird, und die Nadel geräth allmälig in eine constante Rotation, welche in die entgegengesetzte umschlägt, wenn die Verbindung mit der Maschine gewechselt wird. — Ferner eine Leydener Flasche, aus deren innerer Belegung ein langer, am äuſsersten Ende rechtwinklich gebogener Draht hervorgeht, der den Knopf trägt, bringt er auf einem isolirenden Gestelle in eine horizontale Lage und nähert dem Knopfe bis auf einige Linien eine nicht isolirte Magnetnadel. Setzt er nun die innere Belegung mit dem positiven Conduktor einer thätigen Elektrisirmaschine und die äuſsere mit der Erde, oder nur die äuſsere mit dem positiven Conduktor in Verbindung, so geräth die Nadel in eine constante Rotation von Nord nach West, der Knopf der Leydener Flasche mag sich im Norden oder Süden der Magnetnadel befinden; und diese Rotation nimmt an Schnelligkeit zu, wenn man der Nadel in ihrer Rotationsebene eine metallische Spitze nähert. Befindet sich die Nadel auf einem isolirenden Gestelle, und ist die innere Belegung mit einer negativen Elektricitätsquelle, die äuſsere aber mit dem Boden, oder nur die äuſsere Belegung mit der negativen Elektricität in Verbindung; so ist die Rotation von Nord nach West gerichtet. Ist im letzten Falle die Magnetnadel nicht isolirt, so fehlt die Rotation und die Abweichung der Nadel ist bald von Nord nach West bald von Nord nach Ost. Nach der Beschreibung und nach der Aeuſserung des Hrn. Verfassers selbst sind diese Erscheinungen durch die jetzigen Kenntnisse von Elektricität und Magnetismus unerklärlich.

CH. MATTEUCCI. Ueber die Leitungsfähigkeit der Erde für elektrische Ströme.

Es ist die Frage aufgeworfen worden [1], ob die Erde, deren Substanz an sich die Elektricität schlecht leitet, nur durch ihren grofsen Querschnitt zu einem guten Leiter wird, oder ob sie den entgegengesetzten Elektricitäten einer Batterie nur als ein unersättliches Reservoir dient. Wird diese letztere Ansicht etwas bestimmter aufgefafst, so läfst sie sich kaum von der ersteren unterscheiden, und man hat nur zu untersuchen, ob, wenn die Erde als Leiter benutzt wird, die geleiteten Ströme in derselben beobachtet werden können oder nicht. Hr. MATTEUCCI hat zu diesem Zwecke einige Experimente angestellt, und die durch die Erde geleiteten Ströme nachgewiesen. Die Pole einer BUNSENschen Batterie von *10* Elementen wurden in zwei Brunnen getaucht, welche 160 Meter von einander entfernt waren. Zwischen diesen waren fast in gerader Linie zwei andere, welche unter sich um 30 Meter und von den äufsersten um 80 und 50 Meter abstanden. Diese mittleren wurden unter sich durch die Enden eines Galvanometers verbunden. Dasselbe zeigte, so wie die Batterie in Thätigkeit gesetzt wurde, einen Strom derselben Richtung, welcher die Nadel um 35° — 40° ablenkte und seine Richtung mit der Richtung des Hauptstroms änderte. Wurden beide Enden des Galvanometers in denselben Brunnen getaucht, so dafs sie nur einen Meter von einander abstanden, so war die Erscheinung noch dieselbe, nur dafs die Ablenkung am Galvanometer auf 3° bis 4° sank.

C. G. Jungk.

C. Elektromagnetische Apparate.

DUJARDIN. Nouvelle machine magnéto-électrique. C. R. XXIII. 230 et 261*; Inst. No. 657 p. 262*.

— — **Modification dans la construction des électro-aimants. C. R. XXIII. 718*; Inst. No. 667. p. 342*; Enc. Zeitsch. d. Gewwes. 1846. p. 1131*.**

[1] Berl. Ber. 1845. S. 567.

Dujardin. Nouveau mode de production des courants d'induction. C. R. XXIII. 1043*; Inst. No. 674. p. 399*.

— — Machine électro-magnétique. C. R. XXIII. 1157*; Inst. No. 678. p. 435*; Enc. Zeitsch. d. Gew.-Wes. 1847. p. 367*.

Breguet. Appareil électro-magnétique. C. R. XXIII. 1082*; Inst. No. 675. p. 410*; Enc. Zeitsch. d. Gew.-Wes. 1847. p. 370*.

Stöhrer. Einige Versuche, diejenige Kraft, welche die elektrische Spirale auf einen in derselben befindlichen Magneten ausübt zur rotirenden Bewegung anzuwenden. Pogg. Ann. LXIX. 81.

Page. Verbesserungen an der magnetelektrischen Maschine. Ding. p. J. XCIX. 46*; Lond. J. Oct. 1845. p. 210*; Mech. mag. XLIV. 26*.

— — Neue elektromagnetische Maschine. Dingl. p. J. CII. 112; Lond. J. XXVIII. 279. 283*; Sillim. J. 1846.

Scoresby and Joule. Experiments and observations on the mechanical powers of electro-magnetism, steam and horses. Phil. mag. XXVIII. 448*; Arch. d. sc. ph. et nat. III. 34*; Berlin. Gewbl. XXIII. 288*.

Grüel. Elektromagnetisches Glockengeläut. Pogg. Ann. LXVIII. 293*; Dingl. p. J. CI. 228*.

Fardely. Elektrische Uhren. Dingl. p. J. CII*; Berl. Gewbl. XX. 28*; Mannheim. Gewbl. 1846. No. 9. und 16.

Jacobi. Galvanische und elektromagnetische Versuche. Reihe II. Abth. II. Ueber magneto-elektrische Maschinen. Bull. d. l'Ac. à St. Pét. V. 97*; Pogg. Ann. LXIX. 188*; Inst. No. 676. p. 422*.

Die verschiedenen Vorschläge, welche Herr Dujardin zur Construktion und Anwendung elektromagnetischer und magnetoelektrischer Maschinen gemacht hat, sind in den *Comptes rendus* nur ganz oberflächlich erwähnt; man kann aus den Mittheilungen nur ersehen, dafs er eine magnetoëlektrische Maschine zur Anwendung bei elektrischen Telegraphen vorschlug, (wogegen jedoch Herr Breguet sein Erstenrecht geltend gemacht hat), und dafs er sich mit der Verbesserung der Page'schen Drahtmagneten beschäftigt.

Herr Stöhrer beschreibt einige Versuche, die er über die Benutzung des Elektromagnetismus als bewegende Kraft angestellt hat. Ein Magnetstab von 150^{mm} Länge, 15^{mm} Breite und und 40^{mm} Dicke, aus fünf Lamellen bestehend, wurde auf einer Axe so befestigt, dafs er in einer Spirale von 90 Windungen eines $1^{mm},5$ dicken Kupferdrahtes rotiren konnte. Als durch letztere der Strom einer Kohlenzinksäule von zwei Elementen ge-

leitet wurde, ging der Magnetstab schnell in die Lage der Axe der Spirale, mit einer Kraft, die an der Stelle, wo sie am gröfsten war, 19 Loth betrug. Wurde der Strom in rasche Commutationen versetzt, so fing der Stab an zu rotiren, mit einer solchen Heftigkeit, dafs der Apparat angehalten werden mufste, und eine Messung nicht stattfinden konnte. Es wurde nun der Stahlmagnet durch einen Elektromagnet ersetzt, der 132 Windungen trug, und an beiden Enden mit starken Eisenplatten versehen war, die die Wirkung beträchtlich erhöhen sollen. Die Spirale bestand aus zwei Theilen, jede mit 80 Windungen 2^{mm} dicken Drahtes, welche hinter- oder nebeneinander in die Kette geschaltet werden konnten. Die Resultate, welche Herr Stöhrer erlangte, waren bei Anwendung

von 1 Elem. 8 Umdrehungen p. Sekunde
- 2 - 18 - -
- 3 - 26 - -
- 4 - 34 - -
- 5 - 40 - -

Mit der Axe des Stabes war durch Trieb und Rad eine zweite Axe verbunden, auf welche eine Schnur mit Gewicht gewunden war. An diesem konnte das vorhandene mechanische Moment beobachtet werden; in einer Sekunde war nämlich das Produkt aus gehobener Last und erhaltener Geschwindigkeit

bei 1 Elem. 27 Fufspfund
- 2 - 60 -
- 3 - 120 -
- 4 - 180 -
- 5 - 230 -

Abänderungen des Versuches zeigten, das die Stärke des Magnetismus im rotirenden Stabe ein gewisses Verhältnifs haben mufs zur Anzahl und Dicke der Windungen der Spirale, dafs ferner eine möglichst grofse Ausbreitung der Pole die vortheilhafteste Form ist, die man ihnen geben kann. Die Maschine ist aufserdem mit einer Kurbel versehen, so dafs man durch Rotation eines Magnets in die äufsere Windung einen Strom induciren kann, dessen Richtung durch den Commutator sogleich constant wird.

Ein anderes Princip, bei welchem ein System von Magneten

durch Spiralen zum Rotiren gebracht wird, welche zu einem langen Rechteck gewunden, und dann unter 60° umgebogen sind, gab nicht den gehofften Erfolg. Den Vorschlag, einen Magnet in eine Spirale hineinziehen und dadurch einen Balancier bewegen zu lassen, hält Herr Stöhrer für nicht praktisch, weil eine solche Vorrichtung keine hinreichende Geschwindigkeit erzielt.

Eine Vorrichtung der letztgenannten Art, hatte Herr Page schon 1838 vorgeschlagen, aber erst jetzt in Gang gesetzt, weil ihm früher keine hinreichend starken Ketten zu Gebote standen. Er nennt sie *axial engine* und giebt als Hauptvortheil dieser Maschine an, daſs sie nicht, wie die gewöhnlichen rotirenden Maschinen durch Rückstände von Magnetismus im Eisenstabe verzögert werden kann. Kräftigere Maschinen construirt er aus einem groſsen Hufeisenmagnet und zweien Spiralen. Dasselbe Princip ist in seinem, schon oben erwähnten Axialgalvanometer angewandt.

Die Herren Scoresby und Joule haben eine nach des Ersteren Angabe construirte elektromagnetische Maschine ihrer Wirkung nach mit anderen Bewegung erregenden Vorrichtungen verglichen. Herr Joule nimmt an, daſs, wenn alle Wärme, welche bei der Auflösung von 1 Gran Zink in der Daniell'schen Kette erzeugt wird, verwandt würde, ihre mechanische Kraft 158 Pfund einen Fuſs hoch heben würde, daſs die bewegende Kraft der elektromagnetischen Maschine auf Kosten der Wärme erlangt wird, welche durch die chemischen Reaktionen der Säule, welche dieselbe in Bewegung setzt, hervorgebracht wird, und daſs die Wärmeerregung dem Quadrat der Intensität eines Stromes proportional ist. Hieraus schlieſst er, daſs die Maschine 78,5 Pfund heben müſste (in einer Sekunde 1 Fuſs hoch?) während in der Praxis nur 65,6 Pfund gefunden wurden. Im Allgemeinen soll der wahre Effekt etwa $\frac{4}{5}$ vom berechneten sein. Bei Anwendung fester Stahlmagnete an der Stelle der Elektromagnete in der Maschine glauben die Verfasser mit einem Apparat, der weit weniger als 1000 Pfund wiegt, eine Pferdekraft zu erreichen. — Ein Gran Steinkohle sollte 1335 Pfund einen Fuſs hoch heben; die besten Dampfmaschinen heben nur 143 Pfund, so daſs dieser vervollkomnete Apparat nur $\frac{1}{10}$ der vorhandenen Kraft verwen-

det. — Ein gut arbeitendes Pferd kann in einem Tage 24 Millionen Pfund einen Fufs hoch heben, es verzehrt etwa 24 Pfund Nahrung, hebt also auf jeden Gran Nahrung 143 Pfund. Nun fanden die Verfasser, dafs jeder Gran Nahrung durch seine Verbrennung 557 Pfund heben müfste, so dafs das Pferd nur $\frac{1}{4}$ seiner Kraft benutzt. Demnach ist der thierische Körper noch immer nutzbarer eingerichtet, als unsere vollkommensten Maschinen.

Herr Grüel hat ein elektromagnetisches Glockengeläut zur Demonstration bei Vorträgen vorgeschlagen. Es besteht aus einem aufrechtstehenden Elektromagnet, über dessen Polen sich ein Anker befindet. Er ist am einen Pole drehbar, und kann sich mit dem anderen Ende dem zweiten Pole nähern oder von ihm entfernen; an diesem Ende ist eine Schnur befestigt, welche über eine Welle geht, an deren Centrum die Glocke hängt. Wird der Anker angezogen, so macht die Welle eine halbe Drehung, und die Glocke läutet. Ein Commutator unterhält den Gang der Vorrichtung. Herr Grüel hebt bei dieser Gelegenheit die Punkte hervor, welche ihm zur Erreichung einer hinlänglichen Kraft bei elektromagnetischen Maschinen vorzugsweise beachtenswerth scheinen: man soll zu lange Drahtleitungen vermeiden, um die Intensität nicht zu schwächen; man soll die Pole verbreitern, und so nahe wie möglich an einander rücken; eine zu schnelle Abwechselung der Stromrichtung vermeiden, weil das Maximum der elektromagnetischen Tragkraft nicht momentan eintritt; man soll den zurückbleibenden Magnetismus durch einen schwachen Gegenstrom aufheben; schlesisches Rund- und rothbrüchiges Eisen zu den Magneten brauchen, Löthung und Amalgamation zur Fortsetzung der Leitung benutzen, nicht aber Platinzwischenstücke. Eine Ersparung der Umwickelung hält er nur bei schwachen Strömen für zulässig, und empfiehlt die Joule'sche Form der Elektromagnete.

Herr Fardely hat nach einem Ueberblick über die bisherigen Vorschläge zur Construktion elektrischer Uhren Mittheilungen über solche Apparate, die er construirt hat, gemacht. Die Hauptuhr wird durch einen galvanischen Strom in Bewegung gesetzt, der aber nicht, wie sonst, von einer in die Erde gegrabenen Säule, sondern von einer einfachen Kette anderer Construktion ausgeht,

welche indefs nicht beschrieben worden ist. Durch die gewöhnliche Wheatstone'sche Telegraphenvorrichtung können aufserdem eine beliebige Anzahl Zeigerwerke in Thätigkeit versetzt, und so beliebig viele Uhren genau in gleichem Gange gehalten werden. Die Regulation der Hauptuhr erfolgt durch ein Pendel.

Herr Jacobi theilt Vergleiche zwischen magnetoëlektrischen und hydroëlektrischen Apparaten mit. Er erinnert zuerst an einen Satz, den er in seiner Abhandlung über elektromagnetische Maschinen aufgestellt hat. Wenn der Leitungsdraht einer Kette an einer solchen Maschine zur Spirale aufgewunden wird, so ändert sich die Zinkconsumption nicht. Sobald aber die Maschine zu gehen anfängt, nimmt dieselbe um so mehr ab, jemehr die Beschleunigung der Maschine zunimmt. Ist die mechanische Arbeit ein Maximum geworden, so ist der Zinkverbrauch auf die Hälfte herabgesunken. Der Grund dieser Erscheinung liegt in der magnetoelektrischen Reaktion, welche die Maschine hervorbringt. Hätte man eine ganz ähnliche Maschine, bei der die Elektromagnete durch Stahlmagnete von gleicher Kraft ersetzt sind, so würde dieselbe zu ihrer Bewegung dieselbe mechanische Arbeit erfordern, um denselben Zinkverbrauch hervorzubringen, welche die elektromagnetische bei gleichem Verbrauche liefert. Die magnetoëlektrische Maschine, welche Herr Jacobi mit einer Daniell'schen Kette verglichen hat, besteht aus zwei Magneten, deren jeder acht Lamellen von $\frac{1}{4}''$ Dicke, $1\frac{1}{8}''$ Breite und $10\frac{3}{8}''$ Länge (vom Pol bis zur äufseren Linie des Bogens) hat. Die innere Schenkelweite ist $2\frac{1}{4}''$. Die beiden rotirenden Eisenkerne haben $2\frac{1}{2}''$ Länge und $1\frac{3}{8}''$ Durchmesser. Die Induktionsrollen bestehen aus 210 Windungen von Kupferdraht No. 17 und 18, welche nebeneinander verbunden sind. Die Daniell'sche Kette hat einen äufseren Kupfercylinder von 6″ Höhe und 3″ Durchmesser, einen Thonbecher von 2″ innerem Durchmesser und 6″ innerer Höhe, und darin ein viereckiges Stück Zink von $1\frac{1}{2}''$ Breite, $\frac{3}{4}''$ Dicke und $6\frac{1}{4}''$ Höhe. Die Messungen geschahen an der Nervander'schen Tangentenbussole. Die elektromotorische Kraft der Maschine, welche in einer Minute 1105 Wechsel ausführte, und an der die Induktionsrollen den Widerstand 14,026 darboten, ergab sich bei einer Messung = 41,71. Bei einer zweiten, wobei ein

Hülfsdraht eingeschaltet wurde = 46,33. Machte die Maschine 1950 Wechsel in der Minute, so war ihre elektromotorische Kraft nach zwei Bestimmungen = 58,42 und 68,42. Die Kraft der Daniell'schen Kette war 27,08, ihr wesentlicher Widerstand 6,876. Die beiden Angaben für die elektromotorische Kraft der Maschine sind so abweichend, dafs der Unterschied nicht auf Kosten eines Beobachtungsfehlers kommen darf. Denn wenn man aus den beiden Beobachtungen den Widerstand der Induktionsrollen berechnet, so erhält man stat 14,026 die Zahl 28,914 und als elektromotorische Kraft 53. Jene Abweichung mufs daher auf die von Herrn W. Weber[1] gemachte Bemerkung zurückgeführt werden, dafs die elektromotorische Kraft der magnetoelektrischen Maschinen wächst, sobald die Stromstärke durch Einschaltung eines gröfseren Widerstandes vermindert wird. Herr Jacobi erklärt diesen Umstand daraus, dafs die elektromotorische Kraft der Maschine immer abhängig ist von der Intensität des Magnetismus der Eisenkerne. Diese ist aber die Differenz der beiden Intensitäten, welche durch die permanenten Magneten und durch den magnetoelektrischen Strom selbst erregt werden, mufs also wachsen wenn die Stärke dieses Stromes abnimmt. Die Versuche welche der Verfasser hierüber angestellt hat, lassen keinen Zweifel an der Richtigkeit der Erscheinung. Wenn der Leitungswiderstand von 67 bis 400 wuchs, nahm die elektromotorische Kraft von 51,1 bis 65,76 regelmäfsig zu. Besonders merkwürdig aber ist die Beobachtung des Verfassers, welche auch Hr. Poggendorff schon gemacht hat, dafs eine ganz ähnliche Erscheinung bei hydroelektrischen Strömen stattfindet. In den Strom einer Daniell'schen Kette wurden Widerstände von 3,659 bis 67,114 und wieder abwärts bis 11,268 eingeschoben, zwischen je zweien Beobachtuntungen aber wurde der Widerstand wieder auf 3,659 herabgebracht und aus Beobachtungen, welche bei diesem und einem der andern Widerstände angestellt waren, die elektromotorische Kraft berechnet. Während der Widerstand von 11,268 bis 67,114 zunahm, wuchs sie von 3162 bis 3350, und wenn man die Beobachtungen bei 3,659 Widerstand nicht mit für die Rechnungen benutzt, von 3214 bis 3436. Hr. Jacobi spricht die Ansicht aus, dafs die Ohm-

[1] Pogg. Ann. LXI. 431*.

sche Formel vielleicht im Stande sein wird, diese Veränderungen in sich aufzunehmen, dafs sie aber vielleicht auch ihr Verhältnifs zur Wissenschaft bereits erledigt hat, und ihrer weiteren Entwicklung nur hemmend entgegenwirke. —

Dr. W. Beetz.

D. Anhang. Elektrische Telegraphie.

Elekt. Telegr. in Amerika. Dingl. p. J. CII. 330. 407; Enc. Zeitsch. d. Gewwes. 1846. p. 1101; Bull. d. l. soc. d'enc. 1846. p. 511; Mech. mag. XLIV. 496; XLV. 15. 67. 106. 165. 334. Inst. No. 666. p. 340; Arch. d. sc. ph. et nat. II. 178.

Brachet. Sur un nouveau système de télégraphes électriques. C. R. XXII. 555. Nouvelles communications concernant la télégraphie. C. R. XXII. 611.

Berthaud. Perfectionnement des tél. électr. C. R. XXIII.

Varenna. Système de télégraphie électrique. Inst. No. 644. p. 153.

Arago. Tél. électr. C. R. XXIII. 546. 988; Berl. Gewbl. XXIII. 91.

Notizen über elekt. Tel. Mech. mag. XLIV. 306. 384. 479. XLV. 334. 499. Lond. Journ. XXVII. 210. Dingl. p. J. CIII. 349. Sillim. J. 1846. II. 206. 406; Pogg. Ann. LXXI.

Anwendung der elektrischen Tel. auf Schiffen. Dingl. p. J. C. 491.

Elektrischer Tel. durch das Meer. Dingl. p. J. CII. 80. mon. ind. 1846. No. 1035; Berl. Gewbl. XXIII. 63.

Page. Verbesserungen an magnetoelektrischen Maschinen und Anwendung derselben zum Ingangsetzen elektrischer Telegraphen. Dingler's p. J. XXIX. 46; Lond. J. Oct. 1845. p. 210; Mech. mag. XLIV. 26.

Morse. Dingl. p. J. XCIX. 48; Lond. J. October 1845. p. 212; C. R. XXII. 745. 1004; C. R. XXIII. 545; Inst. No. 644. p. 153; No. 650. p. 207; Enc. Zeitsch. d. Gewwes. 1846. p. 40. u. p. 742; C. R. XXIII. 716. 986; Inst. No. 663. p. 311. No. 667. 342.

Bain. Dingl. p. J. CI. 8. u. 157; Mech. mag. XLV. 69. u. 335; Bull. d. l. soc. d'enc. 1846. p. 249.

Dujardin. Plume télégraphique. C. R. XXIII. 481; Inst. No. 669. p. 359. Enc. Zeitsch. d. Gewwes. 1846. p. 1168.

— — Modifications proposées pour les télégraphes électriques. C. R. XXIII. 834; Inst. No. 669. p. 359; Quesnev. rev. sc. XXVII. p. 269.

— — Tél. électrique. C. R. XXIII. 988; Inst. No. 674. p. 399.

Breguet. Expériences faites au télégraphe électrique de Rouen. C. R. XXII. 743. Inst. No. 644. p. 153. Enc. Zeitsch. d. Gewwes. 1846. p. 742.

— — Télégraphe électrique. C. R. XXIII. 987. Inst. No. 675. p. 410.

— — Appareil électrotélegraphique. C. R. XXIII. 880; Inst. No. 671. p. 373.

Breguet. Dingl. p. J. CI. 73; Echo d. m. fac. 1846. No. 36.

W. Fardely. Elekt. Tel. der Taunus-Eisenbahn. Dingl. p. J. CI. 478; Manh. Gewbl. 1846. p. 13. Berl. Gewbl. XIX. 97; Elektrische Tel. über das Meer. Dingl. p. J. CII.

Highton. Verbesserungen an elektrischen Telegraphen. Dingl. pol. J. CII. 178; Rep. of Pat. J. Sept. 1846. p. 162; Berl. Gewbl. XXII. 13.

Steinheil. Galvanischer Telegraph. Bair. K.- u. Gewbl. 1846. p. 482; Pol. Notizbl. I. No. 20. p. 305.

Leonhard's Elektrischer Telegraph.

Matteucci. Tél. éléctrique à travers la mer. Inst. No. 628. p. 10.

J. Henry. On the induction of athmospheric electricity on the wires of the electric telegraph. Proc. of the Amer. ph. soc. IV. 260; phil. mag. XXX. 186. Sillim. J. 1847. III. 25; Dingl. pol. J. CIV. 265. Inst. No. 697. p. 156; Arch. d. sc. ph. et nat. IV. 298.

Das *London journal of arts* bespricht eine Verbesserung der magneto-elektrischen Maschinen von Hrn. Page, ohne dieselbe jedoch näher zu beschreiben. Die Maschine soll sehr starke Ströme von so geringer Spannung geben, daſs physiologische Wirkungen derselben kaum wahrnehmbar sind. Hr. Page soll mathematisch bewiesen haben, daſs seine Spiralwindungen wirklich das Maximum der durch Magnete erzielbaren Quantität (?!) liefern. Diese Maschine soll besonders für die elektrische Telegraphie sehr geeignet sein.

Dasselbe Journal giebt noch, nebst einer Beschreibung des bekannten Morse'schen Telegraphen, die eines von Morse schon im Jahre 1842 angestellten Versuchs, der die Fortleitung galvanischer Ströme über Flüsse ohne Anwendung eines Drahtes zum Zweck hatte. Die Beschreibung dieses Versuchs findet sich schon in einem ältern amerikanischen Werke über elektrische Telegraphie. Es wurden an zwei Stellen des einen Ufers eines 80' breiten Kanals Metallplatten ins Wasser gesenkt, welche mit den Polen einer galvanischen Batterie communicirten. Diesen Platten gegenüber wurden zwei gleich groſse am anderen Ufer versenkt und dieselben durch einen Draht mit eingeschaltetem Galvanometer verbunden. Das Galvanometer erwies das Vorhandensein eines Stromes, dessen Stärke mit der Zahl der Elemente der Batterie am anderen Ufer und der Gröſse der Platten wuchs. Morse schlieſst aus den in einer kleinen Tabelle zu-

sammengestellten Versuchen, dafs die Stärke dieses Stromes der Gröfse der versenkten Platten der Nebenleitung proportional sei. Da indefs die Stromstärke nur in Galvanometergraden angegeben ist, so kann man dieser Schlufsfolge nur mit Hülfe einer sehr lebhaften Phantasie folgen. Das Thatsächliche des Versuchs wird indefs durch die weiter unten beschriebenen MATTEUCCIschen Versuche bestätigt. Diese Versuche sollen mit dem besten Erfolge an dem 1 engl. Meile breiten Susquehanna-Flufs wiederholt sein. Sie hatten zum Zweck den Uebergang telegraphischer Leitungen über Flüsse ohne Drähte zu erreichen, derselbe wird aber wohl jedenfalls verfehlt sein, da nur ein sehr geringer Theil des ursprünglichen Stromes seinen Weg durch den Verbindungsdraht der Platten auf der anderen Seite des Flusses nehmen kann, wenn der Widerstand dieses Drahtes, wie bei der elektrischen Telegraphie, beträchtlich ist und der Flufs eine nur einigermafsen bedeutende Breite hat. — Die MORSE'schen Versuche geben darüber keine Aufklärung, da die Stärke des ursprünglichen Stromes nicht gemessen, wenigstens nicht angegeben ist. —

Hr. BAIN hat sich in England einen neuen Telegraphen patentiren lassen, der in so fern von Interesse ist, als bei ihm eine, bisher noch nicht zur elektrischen Telegraphie in Anwendung gebrachte, Kraftäufserung der elektromagnetischen Spirale benutzt wird, diejenige nämlich, mit welcher ein Magnetstab in sie hineingezogen wird. — Der Telegraph besteht aus zwei halbkreisförmig gebogenen Magnetstäben, deren Enden so gegen einander gekehrt sind, dafs sich die ungleichnamigen Pole einander in einiger Entfernung gegenüberstehen. Die so gelagerten Magnete sind um eine senkrechte Achse im Mittelpunkte des durch sie gebildeten horizontalen Kreises drehbar. Die Enden der Stäbe befinden sich in zwei, einander gegenüber liegenden Drahtrollen. Werden diese von einem Strome durchlaufen, so drehen sich die Magnete, je nach der Richtung des Stroms, in einem oder dem anderen Sinne um ihre gemeinschaftliche Achse. Die Stromunterbrechung und Umkehrung wird durch einen eingeschalteten Commutator bewirkt. Aus den Ablenkungen eines mit der Achse verbundenen Zeigers nach rechts oder links und der Ruhelage setzt Hr. BAIN sein Alphabet zusammen.

Vom praktischen Standpunkte aus ist nicht abzusehen, worin die Vorzüge dieses Telegraphen vor dem Nadeltelegraphen bestehen sollen. Denn jedenfalls läfst sich eine leichte Nadel schneller durch einen Strom von gegebener Stärke ablenken wie ein Magnetstab in eine Spirale hineingezogen wird, da die Trägheit des Letzteren stets unverhältnifsmäfsig gröfser sein mufs. Ferner mufs Hr. Bain noch eine Feder oder einen richtenden Magnetstab anbringen, um die Ruhelage nach einer geschehenen Ablenkung des Zeigers wieder herbeizuführen. Die Kraft dieser Eeder mufs von der Kraft der Spirale ebenfalls überwunden werden.

Hr. Dujardin bringt in einem an die Akad. d. Wissenschaften zu Paris gerichteten Schreiben die Anwendung kleiner Stahlmagnete anstatt der Anker aus weichem Eisen in Vorschlag. Er will das Abfallen derselben durch Umkehrung der Richtung des den Magnet umkreisenden Stromes bewirken.

Hr. Breguet erklärt, dafs er diese Anwendung der Stahlmagnete als Anker schon vor längerer Zeit versucht, aber als unpraktisch verworfen habe, da der im Elektromagnet zurückbleibende Magnetismus der Entwickelung des entgegengesetzten Magnetismus hinderlich wäre, so dafs der Anker anstatt abgeworfen zu werden sitzen bleibe. Er glaubt aus diesem Grunde, dafs die Stahlmagnete nur bei sehr starken Elektromagneten mit Vortheil als Anker angewendet werden könnten, indem er gefunden habe, dafs der zurückbleibende Magnetismus eine Funktion des im Elektromagnet entwickelt gewesenen Magnetismus sei. Durch diese Beobachtungen geführt, habe er Mittel gefunden, welche ihn befähigten, in grofser Ferne Magnete zu erzeugen, welche mehrere hundert Kilogramme fordern könnten.

Es ist sehr leicht dies Mittel zu errathen. Schon Davy benutzte den die Gesammtkette durchlaufenden Strom zur Schliefsung einer besonderen Batterie, durch welche sein Druckmechanismus in Bewegung gesetzt wurde. — Das von Hrn. Breguet beobachtete Sitzenbleiben der Anker bei der Umkehrung des Stromes hat wohl in der Umkehrung des Magnetismus der Stahlmagnete seinen Grund gehabt und würde jedenfalls bei stärkeren Elektromagneten noch viel früher eintreten wie bei schwä-

chieren. Die leichte Umkehrung der in naher Berührung mit Elektromagneten befindlichen Stahlmagnete ist ja eine längst bekannte Thatsache!

Hr. Breguet giebt ferner die Beschreibung einer magnetoelektrischen Maschine zur Bewegung der Telegraphen, welche sich von der von Wheatstone benutzten besonders dadurch unterscheidet, daſs die Schenkel des Stahlmagnetes die Windungen tragen und der Anker rotirt, während dort eine, der Anzahl der Theile des Ziffernblattes entsprechende, Zahl kleiner feststehender Elektromagnete die Anker bildet und der Stahlmagnet unter ihnen rotirt. Die Rotation des Ankers wird durch ein Getriebe bewirkt, in welches die Zähne eines groſsen Rades eingreifen, in dessen Kranz die Buchstaben und sonstigen Bezeichnungen des Ziffernblattes gravirt sind. Bei jedem Buchstaben ist ein Loch durch das groſse Rad gebohrt. Auf die Welle desselben ist eine lose Kurbel gesetzt, die mit einem Stifte versehen ist, welcher durch eine Feder in das der Stellung der Kurbel gerade entsprechende Loch des Radkranzes gedrückt wird und dadurch die Verbindung der Kurbel mit dem Rade bewirkt. Durch Zurückziehen des Kurbelheftes wird dieser Stift aus dem Loch gezogen, dann die Kurbel in beliebiger Richtung bis zu dem gesuchten Buchstaben bewegt und dann die Kurbel mit dem jetzt verbundenen Rade bis zu einem festen Punkte fortbewegt. Hr. Fardely giebt eine Beschreibung seines auf der Taunus-Eisenbahn angelegten Telegraphen, aus welcher sich nicht Neues entnehmen läſst. Hr. Highton lieſs sich in England ein Patent auf eine neue Anwendung des elektrischen Stromes zu telegraphischen Mittheilungen geben. Er leitet den, den Leitungsdraht durchlaufenden Strom durch ein ohne Spannung in einem verschlossenen Glasrohre aufgehängtes Goldblatt. Das Glasrohr befindet sich zwischen den Polen eines kräftigen Stahlmagnetes. Geht nun ein Strom durch das Goldblättchen, so wird dieses, je nach der Richtung des Stromes, von dem einen oder anderen Pole des Magnetes angezogen. Aus den Bewegungen des Goldblättchens nach rechts und links wird das Alphabet combinirt.

Da der elektrische Strom hier ohne Multiplication benutzt wird, so sind jedenfalls bei dieser Verwendung desselben viel

stärkere Ströme erforderlich wie bei einem leichten Nadelpaare mit einem Multiplicator aus vielen Windungen. Aufserdem scheint es fraglich, ob das dünne Goldblättchen lange den stetigen heftigen Biegungen widerstehen wird.

Auf der Eisenbahn zwischen München und Naunhofen wurde ein, zur Controlle der Eisenbahnfahrten und zur Mittheilung von Nachrichten bestimmter Telegraph nach Angabe des Professor STEINHEIL in Ausführung gebracht. Er besteht in einer Drahtleitung, die in jeder Wärterbude durch Anziehen einer Schnur unterbrochen werden kann, und einem Elektromagnet an jeder Endstation. Der Anker dieses Elektromagnetes hat eine doppelte Arbeit zu verrichten. Er bewegt einen Hammer, welcher an eine Glocke schlägt, und beschreibt gleichzeitig eine Marke auf einer Papierscheibe, welche langsam unter dem Anker rotirt.

Durch diesen Apparat soll jeder Eisenbahnwärter durch Anziehen der in seiner Bude befindlichen Schnur einen Punkt auf der rotirenden Scheibe beschreiben, wenn der Zug ihm vorübergeht und dadurch die Fahrt controllirt werden. Ferner soll die Glocke zu Mittheilungen durch akustische Signale dienen. Bei diesen akustischen Mittheilungen soll das von Hrn. STEINHEIL früher aufgestellte Alphabet mit dem Unterschiede benutzt werden, dafs die Schläge der tiefen Glocke durch zwei in kurzen Pausen auf einander folgende Schläge derselben Glocke ersetzt werden. Der Berichterstatter in dem oben angeführten Journal behauptet, dafs dieser Telegraph frei von dem Uebelstande anderer wäre, bei Gewittern selbstthätig Zeichen zu geben, weil ein dauernder Strom die Kette durchliefe und der Telegraph durch Unterbrechung der Ströme wirksam würde.

Diese Anwendung dauernder Ströme ist nicht neu, man findet sie im Gegentheil bei den meisten der bisher in Anwendung gekommenen elektromagnetischen Telegraphen. Sie gewährt aber durchaus keinen Schutz gegen solche Störungen, da durch die Annäherung einer Gewitterwolke oder eine Entladung derselben eben so gut ein vorhandener Strom geschwächt oder ganz aufgehoben wie ein neuer erzeugt werden kann.

Im Juni 1846 zeigte Hr. LEONHARD in der physikalischen Gesellschaft einen von ihm erbaueten elektromagnetischen Telegraphen, welcher für den Dienst zwischen Berlin und Potsdam bestimmt

war. Er unterschied sich von der bisher in Anwendung gekommenen dadurch, dafs die Unterbrechung und Herstellung des Stromes durch ein Laufwerk geschah, welches einen Hammer in fortlaufender Folge hob und wieder fallen liefs. Hammer und Ambofs bildeten integrirende Theile der Stromleitung, der Strom war mithin stets so lange unterbrochen als der Hammer vom Ambofs getrennt war. Das Laufwerk ward durch Niederdrückun eines Knopfes ausgelöst und durch Loslassen desselben wieder angehalten. Eine Welle des Laufwerks war mit einem Zeiger versehen, welcher ein Ziffernblatt durchlief, das mit den erforderlichen Buchstaben und Zahlen beschrieben war. Der in einem zweiten Gehäuse befindliche Elektromagnet hob durch Anziehung seines Ankers ein Gewicht, dessen Fall ein Zahnrad, von einer, der Anzahl der Zeichen auf dem Ziffernblatte des Laufwerks gleichen, Zahl von Zähnen, um einen Zahn fortschob. Die Welle dieses Zahnrades trug ebenfalls einen Zeiger, welcher sich auf einem dem vorigen identischen Ziffernblatte bewegte. Die Operation des Telegraphirens bestand nun darin, dafs man den Knopf des Laufwerks niederdrückte bis der Zeiger an dem verlangten Zeichen angekommen war. Ward jetzt das Laufwerk durch Loslassen des Knopfes rechtzeitig zum Stillstande gebracht, so mufsten auch die Zeiger der eingeschalteten elektromagnetischen Apparate auf dasselbe Zeichen gerichtet sein.

Diese Anordnung hat den Vorzug vor der Wheatstone'schen Kontaktscheibe, dafs die Dauer der Stromunterbrechungen der Willkühr des Operirenden entzogen und wie bei Bain's Drucktelegraphen einem Laufwerke mit constanter Geschwindigkeit übertragen ist. Sie bringt aber den Nachtheil, dafs die Fortbewegung der Zeiger eine sehr langsame sein mufs, damit man mit einiger Sicherheit den richtigen Zeitpunkt für das Loslassen des Knopfes treffen kann.

Um das Haftenbleiben der Anker durch zurückbleibenden Magnetismus und durch die, der stets mehr oder weniger unvollkommen isolirten Kette wegen, nach der Unterbrechung am andern Ende der Leitung fortdauernden Ströme zu verhindern, hat Hr. Leonhard seine Elektromagnete mit doppelten Umwindungen versehen, von denen die eine mit einer besonderen schwächeren Bat-

terie communicirt, welche das Eisen des Elektromagnetes im entgegengesetzten Sinne wie die Hauptkette zu magnetisiren strebt. Hierdurch wird die Polarität des Magnetes umgekehrt, wenn die überwiegende Wirkung des Hauptstromes durch den anderen Umwindungsdraht aufhört, und dadurch der Anker abgeworfen. Diese Einrichtung hat jedoch den Nachtheil, daſs stärkere Ströme zur Anziehung der Anker erforderlich sind, da nur die Differenz der Wirkung beider Spiralen dazu mitwirkt. Hr. Leonhard hat später auf meinen Rath diese Gegenkette so modificirt, daſs sie erst im letzten Momente der Anziehung des Ankers in Wirksamkeit tritt und wieder unterbrochen wird, wenn derselbe seinen Abfall begonnen hat. Hierdurch ist sein Telegraph befähigt auch bei beträchtlichen Nebenschlieſsungen noch mit Sicherheit zu arbeiten.

Hr. Matteucci will experimentell den alten Streit entscheiden, ob die Erde ein Leiter für elektrische Ströme ist, oder nur als unbegränztes Reservoir auftritt. Er verband zu dem Ende zwei, 160 Meter von einander liegende, Brunnen durch einen in zwei Platten endigenden Draht, welche in die Brunnen tauchten. Beinahe in der geraden Verbindungslinie dieser beiden Brunnen befanden sich zwei andere, im Abstande von etwa 30 M. von einander. Auch in diese Brunnen wurden Metallplatten getaucht, welche durch den Draht eines empfindlichen Galvanometers communicirten. Ward nun in den Draht welcher die beiden äuſseren Brunnen verband eine Batterie von 10 Bunsen'schen Elementen eingeschaltet, so ward die Nadel des Galvanometers um 30 bis 40° abgelenkt. Diese Ablenkung verschwand, wenn der Strom der Batterie unterbrochen, sie ging in die entgegengesetzte über, wenn derselbe umgekehrt ward. Ward der Abstand der in die mittleren Brunnen getauchten Platten vermindert, so verminderte sich auch die Ablenkung der Nadel des Galvanometers, sie betrug aber immer noch 3 bis 4°, wenn auch beide Platten in einen Brunnen getaucht wurden so, daſs sie nur etwa 1^{m} von einander abstanden.

Hr. Matteucci zieht hieraus den Schluſs, daſs die Erde als Leiter für galvanische Ströme und nicht als Reservoir auftrete. — Dies Resultat wird gewiſs Niemand in Zweifel ziehen. Es fragt

sich sogar, ob die unklare, veraltete Annahme der Wirkung der Erde als Reservoir aufser Hrn. Matteucci noch Anhänger hatte. Die in Rede stehenden Versuche haben übrigens als Bestätigung der oben angeführten, schon viel früher angestellten Morse'schen Versuche einigen Werth. Schade nur, dafs sie noch viel unvollständiger sind wie diese, indem Hr. Matteucci nicht einmal den Einflufs der Dimensionen der in die mittleren Brunnen versenkten Platten in Betracht gezogen hat. Nur quantitative Bestimmungen, mit Berücksichtigung der vorhandenen Widerstände, können hier von Werth sein, da gerade die Gröfse der von Morse und Matteucci gefundenen, durch die metallische Nebenschliefsung hindurchgehenden Strömungen bisher noch räthselhaft scheint. Es scheint dabei gar nicht nöthig, diese Versuche mit der Erde und sehr langen Leitungen anzustellen, da kein Grund vorhanden ist, die Erde als anderswirkend zu betrachten, wie jeden andern flüssigen Leiter, wenn nur die räumlichen Verhältnisse gehörig berücksichtigt werden.

Hr. J. Henry bespricht den Einflufs, welchen die atmosphärische Elektricität auf die Drähte der elektrischen Telegraphen ausübt. Als Quellen momentaner oder anhaltender Störungen des Dienstes der Telegraphen durch atmosphärische Elektricität führt er folgende an:

1) Die Drähte werden häufig von direkten Entladungen der Gewitterwolken getroffen, wodurch sie oft theilweise zerstört werden.
2) Auch ohne Vorhandensein von Gewitterwolken werden, durch die verschiedene elektrische Spannung der Luftschichten durch welche der Draht hindurchgeht, oft dauernde Strömungen in ihm erzeugt. Dies kann der Fall sein, wenn die Drähte über hohe Bergrücken hinwegführen, in welchem Falle dauernde Strömungen von der Höhe zur Tiefe stattfinden, da die höheren Luftschichten in der Regel positiv elektrisch sind. Es können ferner dauernde Strömungen durch grofse Verschiedenheit der meteorologischen Verhältnisse der verschiedenen, vom Draht durchlaufenen Gegenden entstehen. Hr. Henry führt als Beweis dieser Behauptung an, dafs die Maschinerie eines Telegraphen ohne Batterie

zu arbeiten anfing, als am einen Ende der Linie Schnee fiel, während am andern Ende klares Wetter war. Wurde der Draht unterbrochen, so fand eine dauernde Lichterscheinung zwischen den Enden statt.

3) Es können anhaltende Strömungen im Drahte durch sich nähernde oder entfernende Gewitterwolken hervorgebracht werden. Nähert sich eine geladene Wolke dem Draht, so wird fortwährend Elektricität in ihm gebunden, mufs also durch einen Strom von den mit der Erde leitend verbundenen Enden her ersetzt werden. Entfernt die Wolke sich, so findet ein Strom von gleicher Stärke in umgekehrter Richtung statt. Auch wenn eine Gewitterwolke parallel mit dem Drahte sich fortbewegt, soll ein Strom im Drahte während der ganzen Zeit der Fortbewegung entstehen.

4) Starke elektrische Ströme sollen durch dynamische Induktion durch jeden Blitzstrahl der im Bereiche vieler (engl.) Meilen vom Draht einschlägt, hervorgerufen werden.

Hr. Henry führt als Curiosum an, dafs die durch direkte Entladung einer Gewitterwolke dem Drahte mitgetheilte Elektricität in mehreren auf einander folgenden Entladungen vom Draht zur Erde überging, und unterwirft namentlich ein Ereignifs einer längeren Besprechung, bei welchem immer der zweite Tragpfahl getroffen, der zwischenliegende verschont war. Er sucht diese Erscheinung durch die schon früher von ihm aufgestellte Annahme zu erklären, dafs elektrische Entladungen die Leiter in Form einer vollständigen Welle durchliefen. Diese Welle soll, wenn der Leiter begränzt ist, zurückgeworfen werden und es sollen da wo sie die zweite und dritte ihr nachfolgende Welle trifft, Wellen von doppelter Höhe erzeugt werden, welche eine Explosion veranlafsten. — Da mir die frühere Abhandlung des Hrn. Henry, auf welche er sich bezieht, nicht bekannt ist, so enthalte ich mich gern des Urtheils über diese, mit den bisherigen Annahmen jedenfalls wenig übereinstimmende Ansicht. Die in Rede stehende Erscheinung würde ihre einfache Erklärung vielleicht darin finden können, dafs die Aufhängung des Drahtes an den Pfosten von zwei Arbeitern ausgeführt wurde, die verschieden dicke Isolirungsmittel anwendeten. Für die Behauptung des Hrn. Henry,

dafs auch gleichlaufend mit dem Drahte fortziehende Gewitterwolken dauernde Ströme nach beiden Enden hin erzeugen sollten, läfst sich kein haltbarer Grund finden. Die durch die Wolke bedingte Anhäufung gebundener Elektricität in dem zunächst liegenden Drahtstück wird sich mit der Wolke im Drahte fortbewegen, es kann mithin hier nur ein Strom entstehen, wenn die Wolke über einem Ende der Drahtleitung hinweggeht, welcher Fall dann aber der vorhergehenden Kategorie angehört. Auch die Behauptung des Hrn. Henry, dafs die heftigen Strömungen die, wie auch anderwärts beobachtet wurde, bei jedem in der Umgebung der Drahtleitung einschlagenden Blitz in dieser entstehen, durch Bewegungs-Induktion entständen, erscheint wenig haltbar. Es scheint wahrscheinlicher, dafs diese Ströme durch die plötzliche Verminderung der Spannung der Elektricität der Wolke hervorgerufen werden, indem dadurch die in dem Drahte gebundene Elektricität plötzlich frei wird. Auch dies scheint aber nicht die einzige Ursache der starken und anhaltenden Ströme zu sein, welche namentlich dann in dem Drahte entstehen, wenn der Blitz in der Nähe einer der Erdplatten derselben einschlägt. Sie haben wahrscheinlich in der ungleich gröfseren Geschwindigkeit mit welcher die Elektricität sich in metallischen Leitern fortpflanzt ihren Grund. Während sich nämlich das durch den Blitzschlag gestörte Gleichgewicht der Elektricität des Bodens durch Strömungen in diesem herstellt, findet ein Strom in gleichem Sinne durch den Draht statt.

Als Mittel gegen die zahlreichen Störungen im Dienste der telegraphischen Apparate, welche bei längeren Strecken durch diese atmosphärischen Einflüsse eintreten, empfiehlt Hr. Henry die Anwendung stärkerer Ströme und unterirdische Leitungen.

Eine gute unterirdische Leitung würde allerdings nicht nur den gröfsten Theil der besprochenen Störungen durch atmosphärische Elektricität beseitigen, sondern auch das hauptsächlichste Hindernifs des sicheren Dienstes der elektrischen Telegraphen, nämlich die veränderliche Gröfse der von der Witterung abhängigen Nebenschliefsungen der Drathleitungen, gänzlich beseitigen. Es ist mir neuerdings gelungen, durch Anwendung der *gutta percha* als Isolationsmittel eine unterirdische Leitung herzustellen,

die bisher allen Anforderungen entsprochen hat. Weiteres hierüber an andern Orten.

Werner Siemens.

---

8. Magnetismus.

M. Faraday. Experimental researches in electricity. Nineteenth series. On the magnetisation of light and the illumination of magnetic lines of force. Phil. Trans. f. 1846 p. 1; C. R. XXII. 113; Phil. mag. XXVIII. 64*. 294*. Pogg. Ann. LXVIII. 105*; Ann. d. ch. et d. ph. XVII. 359; Arch. d. sc. ph. et nat. I. 385*; Erdm. u. March. XXXVIII. 257; Raccolta fis. chim. II. 370*; Dingl. pol. J. XCIX. 236; Inst. No. 629. p. 17, No. 631. p. 48, No. 647. p. 179, No. 649. p. 200, No. 650. p. 208; Athen. 1846. No. 953. p. 126; Sillim. J. 1846. I. 146. und 425*; Mech. mag. XLIV. 102. 151.

— — Experimental researches in electricity. Twentieth series. On new magnetic actions and on the magnetic condition of matter. Phil. Trans. f. 1846. p. 21; Phil. mag. XXVIII. 147. 396*; Pogg. Ann. LXIX. 289*; Mech. mag. XLIV. 124; Sillim. J. 1846. I. 421*; Inst. No. 630. p. 32, No. 641. p. 132, No. 653. p. 231, No. 657. p. 255; Enc. Zeitsch. d. Gew.-Wes. 1846. I. 352.

— — Experimental researches in electricity. Twenty-first series. Action of magnets on the magnetic metals and their compounds. Action of magnets on air and gases. General considerations. Phil. Trans. f. 1846. p. 41; Phil. mag. XXVIII. 455; Sillim. J. 1846. II. 233*; Arch. d. sc. ph. et nat. II. 42. 145*; Pogg. Ann. LXX. 24*.

R. Boettger. Ueber Faraday's neuste Entdeckung, die Polarisationsebene durch einen kräftigen Elektromagneten abzulenken. Pogg. Ann. LXVII. 290*; Enc. Zeitsch. d. Gew.-Wes. 1846. p. 129; Berl. Gew.-Bl. XVIII. 193; Arch. d. sc. ph. et nat. I. 287*; Oefvers. af Kongl. Vet. Ak. Förhandl. 1846. p. 1*.

— — Ueber die durch einen kräftigen Elektromagneten bewirkte, im polarisirten Lichte sich kundgebende Molekularveränderung flüssiger Körper. Pogg. Ann. LXVII. 350*. Arch. d. sc. ph. et nat. II. 121.

Pouillet. Note sur les nouvelles expériences de M. Faraday; C. R. XXII. 135*; Inst. No. 630. p. 25; Phil. mag. XXVIII. 324; Sillim. J. 1846. I. 426; Arch. d. sc. ph. et nat. I. 70.

Despretz. Appareils à l'aide desquels il veut chercher si c'est sur la lumière que s'exerce l'action magnétique. C. R. XXII. 148*.

Becquerel. Remarques relatives à l'action du magnétisme sur tous les corps. C. R. XXII. 146*; Inst. No. 649 p. 198; Arch d. sc. ph. et nat. II. 125.

J. L. Poggendorff. Faraday's neueste Entdeckung und deren Zusammenhang mit Seebeck's Transversalmagnetismus. Pogg. Ann. LXVII. 439*.

Dujardin. Modifications de son appareil pour les expériences de M. Faraday. C. R. XXII. 554*.

E. Becquerel. Expériences concernant l'action du magnétisme sur tous les corps. C. R. XXII. 952*; Ann. d. ch. et d. ph. XVII. 437*.

Ruhmkorff. Appareil pour répéter les expériences de M. Faraday, concernant l'influence du magnétisme sur la lumière. C. R. XXIII. 417*; Inst. No. 663. p. 309; Arch. d. sc. ph. et nat. II. 404.

Biot. Rapport sur un appareil construit par M. Ruhmkorff, pour faciliter l'exhibition des phénomènes optiques produits par les corps transparents, lorsqu'ils sont placés entre les pôles contraires d'un aimant d'une grande puissance. C. R. XXIII. 538; Ann. d. ch. et d. ph. XXVIII. 318*; Inst. No. 663. p. 309.

M. Faraday. On the magnetic affection of light and on the distinction between the ferromagnetic and diamagnetic conditions of matter; Phil. mag. XXIX. 153. 249*; Arch. d. sc. ph. et nat. III. 338; Sillim. J. 1846; Pogg. Ann. LXX. 283*. Inst. No. 690. p. 103.

de Haldat. Expériences sur une aiguille aimantée formée de la réunion confuse de petits aimants. C. R. XXII. 267; Inst. No. 634. p. 67; Arch. d. sc. ph. et nat. I. 201.

— — Sur l'appréciation de la force magnétique. C. R. XXII. 873; Inst. No. 647. p. 178; Sillim. J. 1846. II.

— — Sur l'universilalité du magnétisme. C. R. XXII. 739; Inst. No. 644. p. 153*; Mém. d. l. soc. d. Nancy 1846.

Sturgeon. An experimental investigation of the magnetic characters of simple metals metallic alloys and metallic salts. Edinb. J. XLII. 69*; Arch. d. sc. ph. et nat. III. 151*. Electr. mag. July 1846; Litter. Gaz. 6. Juny 1846.

W. Petrie. Resultats d'une série étendue de recherches magnétiques comprenant la plupart des variétés connues d'acier. Inst. No. 682. p. 32*; Rep. of the Brit. Ass. XVI. 33; Athen. 1846; Sillim. J. 1847. III. 112.

Scoresby. Sur les moyens propres à développer la condition ou l'état magnétique. Inst. No. 682. p. 33*; Rep. of the Brit. Ass. XVI. 35; Athen. 1846; Sillim. J. 1847. III. 114.

Babinet. Construction d'un aimant très fort par induction sans emploi de courants électriques. C. R. XXII. 191*; Inst. No. 631. p. 37*; Pogg. Ann. LXIX. 428*.

R. Böttger. Einfaches Verfahren Stahlmagnete bis zum Maximum ihrer Tragkraft zu magnetisiren. Pogg. Ann. LXVII. 112*; Pol. Notzbl. I. No. 7. p. 97**; Arch. d. sc. ph. nat. I. 202*.

P. Elias. Bemerkungen über eine von R. Böttger angegebne Abänderung meines Verfahrens Stahllamellen zu magnetisiren. Pogg. Ann. LXVII. 356*.

G. Towler. Sur la cause magnétique et les forces intrinsèques. Inst. No. 668. p. 356*; Rep. of the Brit. Ass. XVI. 33.

A. H. Magnetic curves. Mech. mag. XLV. 206*.

R. Hunt. The influence of magnetisme on molecular arrangement. Phil. mag. XXVIII. 1*; Inst. No. 628. p. 16*. No. 630. p. 35*; Arch. d. sc. ph. et nat. I. 96*; Mech. mag. XLIV. 8*; Enc. Zeitschr. d. Gewwes. 1846. p. 906*; Dingl. p. J. XCIX. 396*; Sillim. J. 1846.

E. Borchers. Anwendung eines kräftigen Magnets zur Ermittlung der Durchschlagsrichtung zweier Gegenörter. Clausthal 1846. 8°.

Dunglas. Déscription et figure d'un appareil destiné à faire reconnaître si les aiguilles aimantées qu'on emporte dans les voyages conservent leur magnétisme. C. R. XXIII. 855*; Inst. No. 670. p. 365*;

Dent. Sur une nouvelle boussole d'azimut portative. Inst. No. 682. p. 33*; Athen. 1846.

Michael Faraday. Neunzehnte Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektricität. §. 26. Ueber die Magnetisirung des Lichts und die Beleuchtung der Magnetkraftlinien.

Referent hat geglaubt, sich keinen Vorwurf dadurch zuzuziehn, dafs die Resultate der schönen Versuche des Hrn. Faraday in einer Reihenfolge dargestellt sind, die von der des Hrn. Verfassers abweicht. Nur auf diese Weise schien es möglich, bei der gebotenen Kürze einige Vollständigkeit zu erreichen. Die in Klammern beigefügten Zahlen bezeichnen die betreffenden Nummern der Originalabhandlung.

Das Gesetz. Diamagnetisch heifst ein Körper, der nicht so wie das Eisen magnetisch zu werden vermag (2149). Befindet sich ein durchsichtiger diamagnetischer Körper an einer Stelle, an welcher ein Stück weiches Eisen magnetisch werden, oder von elektrischen Strömen umflossen sein würde, und durchläuft den Körper ein polarisirter Lichtstrahl längs der Linie, welche die beiden Pole des hypothetischen weichen Eisens mit einander verbände, so dreht sich die Polarisationsebene des Lichtstrahls um ein Gewisses in der Richtung der angenommenen elektrischen Ströme. Dächte man sich z. B. ein Uhrwerk als diamagneticum, und stände am Zifferblatt der Nordpol eines Magneten, an der Hinterwand aber ein Südpol (so dafs der hypothetische Nordpol des Diagmeticums hinten, und sein Südpol vorn wäre), so würde die Bewegung des Zeigers den Sinn der Drehung ausdrücken

(2155, 2160, 2161, 2198, 2199, 2200). Mit Umkehrung der Stromesrichtung ändert sich auch die Drehung in eine der Gröfse nach gleich starke entgegengesetzte (2155, 2198). — Hierdurch unterscheidet sich diese künstlich hervorgebrachte Drehung der Polarisationsebene von derjenigen, welche von den natürlich circular polarisirenden Körpern verursacht wird, und welche bei einer und derselben Substanz nur von der Richtung des Lichtstrahls abhängt (2230—2233). — Unter dem Ausdrucke „Beleuchtung der Magnetkraftlinien ist nicht verstanden, dafs magnetische Kräfte leuchtend gemacht, sondern nur, dafs dieselben bei Beleuchtung sichtbar gemacht sind (Note zu §. 26.).

Der Polarisationsapparat und die Beobachtungsmethode. Das Licht einer Argand'schen Lampe wurde durch eine spiegelnde Glasfläche in horizontaler Ebene polarisirt, dann durch die zu untersuchende Substanz oder das Diamagneticum, und endlich durch ein Nichol'sches Prisma, welches sich um eine horizontale Axe drehen liefs, in das Auge geleitet. Das Prisma war so eingestellt, dafs der polarisirte Strahl vollständig ausgelöscht wurde. Liefs man nun magnetische Kräfte auf das Diamagneticum wirken, so wurde der vorher ausgelöschte Strahl im Nichol wieder sichtbar (2152), und um die Stellung der gröfsten Dunkelheit wieder zu erreichen, mufste der letztere um ein Gewisses gedreht werden (2154, 2195). In solchen Fällen, wo die hervorgebrachte Drehung der Polarisationsebene sehr gering war, zeigte es sich bisweilen zweckmäfsig, den Nichol vorher nur sehr nahe der Lage der gröfsten Dunkelheit zu bringen, so dafs diese nun durch die Wirkung des erzeugten Magnetismus gerade erreicht wurde (2197). Denn das Auge war empfindlicher für den Uebergang von wenig Licht zur Dunkelheit, als umgekehrt. — Beim Aufhören der magnetischen Kräfte trat auch immer der frühere Zustand wieder ein (2152, 2195).

Die untersuchten Substanzen. Einige krystallisirte und alle luftförmigen Körper ausgenommen (2237), zeigen sämmtliche durchsichtige Substanzen die in Rede stehende Eigenschaft (2173, 2174). Am stärksten dreht die Polarisationsebene das aus kieselborsaurem Bleioxyde bestehende schwere Glas (2151, 2176), welches jedoch nur mit aufserordentlichen Vorsichtsmaafsregeln dar-

gestellt werden kann.[1] Dasselbe muſs gut gekühlt sein, damit es nicht depolarisire (2176). Wenn es depolarisirt, so muſs man zur Beobachtung das schwarze Kreuz anwenden (2214). Das borsaure Bleioxyd, das schon bei der Siedhitze des Oels weich wird, und sich leicht in Plattenform und wohl gekühlt erhalten läſst, dreht indeſs eben so stark; schwächer dreht Flintglas, noch schwächer Kronglas (2176). Blattgold zeigte keine Einwirkung. (2182). Die krystallisirten Körper wurden in der Richtung untersucht, in welcher sie an und für sich den polarisirten Strahl nicht afficirten. Steinsalz, Fluſsspath und auch Alaun, aus dem regulären System, gaben eine Wirkung (2177, 2238); keine Wirkung erfolgte bei Bergkrystall (2178), Kalkspath (2179), schwefelsaurem Baryt, schwefelsaurem Kalk, kohlensaurem Natron (2180), und bei Eis; bei letzterem war jedoch wegen des Abschmelzens die Beobachtung sehr schwierig (2181). Die Flüssigkeiten drehen unter dem Einfluſs der magnetischen Kräfte sämmtlich die Polarisationsebene; es wurden untersucht: Wasser, Alkohol, Aether, fette Oele, ätherische Oele, Naphtha, geschmolzener Wallrath, geschmolzener Schwefel, Schwefelchlorid, Arsenikchlorid (2184), wässerige Auflösungen von Säuren, Alkalien, Salzen, Gummi, alkoholische Lösungen u. s. w. (2185). Auch die Körper, welche von Natur die Eigenschaft besitzen, die Polarisationsebene des Lichtes zu drehen, zeigen die Erscheinung, wie: Ricinusöl, Harzöl, Lavendelöl, Lorbeeröl, Kanadabalsam, alkoholische Kampferlösung, alkoholische Lösung von Kampfer und Sublimat, wässerige Lösungen von Zucker, Weinsteinsäure, weinsteinsaurem Natron, Brechweinstein, Weinstein- und Borsäure, schwefelsaurem Nickeloxyd, welche rechts drehen; Copaivabalsam, welcher links dreht; zwei Sorten von Kamphin oder Terpenthinöl, die eine rechts die andere links drehend (2187); bei Kampfer, in einer Glasröhre von 1 Zoll Durchmesser geschmolzen, dessen natürliche Drehung sehr stark war, konnte die Einwirkung des Magnetismus nicht beobachtet werden (2188). — Dahingegen atmosphärische Luft (2212), Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Stickstoffoxydul, ölbildendes Gas, schweflichte Säure, Chlorwasserstoff, Kohlensäure, Kohlenoxyd, Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Bromdampf, bei gewöhn-

[1] Philosoph. Transact. 1830. pt. 1; Pogg. Ann. XVIII. 515*.

licher Temperatur untersucht, drehten die Polarisationsebene des Lichtstrahls nicht (2186).

Der magnetische Apparat und die Lage des Diamagnetismus. Das oben ausgesprochene Gesetz bestätigte sich auf mannigfache Weise. Zuerst wurden Elektromagnetpole, die zwei Zoll von einander entfernt waren, angewandt, entweder die beiden Pole eines Hufeisenmagnets, oder die ungleichnamigen Pole zweier Stabmagneten. Der Strom war hervorgebracht durch eine Säule von 5 Grove'schen Elementen, und jeder Pol trug 28 bis 56 Pfund. Der polarisirte Lichtstrahl ging dicht neben den Polen vorbei, entweder an derselben Seite der beiden Pole, oder zwischen diesen hindurch, indem er hier ein Stück schweres Glas von 2 Zoll Länge durchlief (2150, 2152, 2153). — Ein guter hufeisenförmiger Stahlmagnet zeigte die Erscheinung, obwohl schwach (2157). — Ferner wurden als Elektromagnete zwei hohle Eisencylinder gebraucht, und der Strahl durchlief die Axe des einen Cylinders, dann das Diamagneticum, und zuletzt die Axe des zweiten Cylinders; der Erfolg war derselbe (2158). — Es wurde nur ein Pol angewandt, und das Diamagneticum unmittelbar vor der Ebene der (vertikalen) Polfläche vor oder hinter dem Pole, dann auch oberhalb oder unterhalb des Poles aufgestellt. Die beiden ersten Lagen gaben Drehungen, die einander entgegengesetzt waren; die beiden letzten Lagen gaben keine Drehung, weil nun der polarisirte Strahl das Diagmeneticum senkrecht auf seine hypothetische Axe durchlief (2159). — Durch eine dem Diamagneticum mitgetheilte Bewegung wurde das Phänomen nicht afficirt (2166.) — Flüssigkeiten und Gase wurden (mit dem oben angeführten Resultat) in cylindrischen Flaschen von 1¼ bis 4 Zoll Durchmesser untersucht, wodurch man ein zur Beobachtung brauchbares Bild erhielt (2183, 2186). — Wurden bei den vorhergehenden Versuchen die Elektromagneten ihrer Eisenkerne beraubt, so zeigte sich nur eine sehr schwache Wirkung (2170).

Nunmehr wurden auch bloſse Spiralen angewandt. Hr. Faraday beschreibt die folgenden (2190, 2191, 2192)

	Länge.	Innerer Durchmesser.	Aeusserer Durchmesser.	Drahtdicke.	Drahtlänge.
Spirale No. I.	65 Zoll	0,4 Zoll	—	0,36 Lin.	1240 Fufs,
- No. II.	19 Zoll	1,87 Zoll	3 Zoll	2,4 Lin.	80 Fufs,
- No. III.	26,6 Zoll	2,5 Zoll	4,75 Zoll	2,04 Lin.	501 Fufs.

Von dem Strome einer zehnpaarigen Grove'schen Säule durchflossen wirkte die erste Spirale auf eine in geringer Entfernung befindliche Magnetnadel sehr schwach, die zweite stärker, die dritte sehr stark (2193). Feste Körper wurden als Prismen mit polirten Enden, Flüssigkeiten in Glasröhren, die an den Enden mit ebenen Glasplatten versehen waren, in die Spiralen gebracht, und zwar mit demselben Erfolg, ob die Röhre in der Mitte oder mehr an einem Ende der Spirale (2202), ob sie genau in der Axe, oder seitwärts von dieser befand sich (2203). Jedoch soll die Glasröhre die Spirale nicht berühren, damit nicht durch die Erwärmung der Spirale auch der Glasröhre, und durch diese der anliegenden Flüssigkeitsschicht eine höhere Temperatur mitgetheilt wird (2213). Um die Erscheinung auffallender zu machen, kann jenseits des Diamagnetismus eine Linse von grofser Brennweite, oder diesseits desselben (immer vom Beobachter aus gerechnet) eine Linse von kurzer Brennweite angebracht werden (2196). — Um Luft zu untersuchen, wurde die Spirale I. in die Spiralen II. und III. gesteckt, auf die Weise, dafs alle zu einer einzigen Spirale verbunden waren; jedoch ohne Erfolg (2212). — Eine 20 Zoll lange Spirale von 0,3 Zoll Durchmesser aus 0,6 Linien dickem, unbesponnenem, dichtgewundenem Kupferdraht gewickelt, wurde in Wasser gelegt; ging ein Strom durch die Spirale, so wurde durch das Wasser innerhalb der Spirale die Polarisationsebene des Lichtstrahls gedreht; aufserhalb der Spirale, unmittelbar am Draht, wurde die Polarisationsebene nicht gedreht (2205).

Die Gröfse der Drehung. Obwohl alle Substanzen, die überhaupt eine Einwirkung zeigen, in demselben Sinne die Polarisationsebene drehen (2155, 2175, 2199), so hängt doch die Gröfse der Drehung unter sonst gleichen Umständen von der Natur des angewandten Diamagneticum ab (2173). Wird das Drehvermögen des Wassers = 1 gesetzt, so sind die entsprechenden Zahlen für

schweres Glas 6; für Flintglas 2,8; für Steinsalz 2,2. Alkohol dreht schwächer als Wasser, Aether schwächer als Alkohol. Das natürliche Drehvermögen einer Sorte Terpenthinöl für dieselbe Einheit beträgt 11,8 (2215). Uebrigens scheint die Gröfse der Drehung proportional zu sein der Länge des (dem magnetisirenden Einflusse ausgesetzten) Diamagneticum (2163, 2201, 2202), und auch proportional der magnetisirenden Kraft oder der Stromesintensität (2164). — Bei den an und für sich drehenden Körpern scheint das natürliche Drehvermögen keinen Einflufs zu haben auf die Gröfse der künstlich hervorgebrachten Drehung (2235). Vielmehr afficiren sich die beiden Drehungen gegenseitig nicht; sie sind zu einander zu addiren, oder von einander zu subtrahiren, je nachdem sie in demselben oder in entgegengesetztem Sinne wirken (2165, 2187, 2204, 2428). — Wenn Elektromagnete angewandt wurden, so erreichte das beim Beginn des Stromes erscheinende Licht (wenn vorher der Nichol auf Dunkelheit eingestellt war) erst nach einigen Sekunden seine volle Intensität, was Hr. Faraday der zur Entwicklung des Magnetismus erforderlichen Zeit zuschreibt (2170). Bei blofsen Spiralen zeigte sich eine solche allmählige Zunahme der Helligkeit beim Schliefsen der Kette nicht (2195).

Einflufs seitlich angebrachter Körper. Die genannten Resultate wurden nicht afficirt durch irgendwie seitlich angebrachte unmagnetische Körper, wie schweres Glas (2163), Kupfer, Messing, Blei, Zinn, Silber u. a. (2167, 2206). Seitlich angebrachtes weiches Eisen modificirte die Erscheinungen, indem es den vorhandenen magnetischen Kräften eine andere Richtung gab (2168, 2169). — Ein langer Eisenstab von 1 Quadratzoll Querschnitt neben das Diamagneticum in die Spirale III. gelegt, veränderte das Phänomen nicht (2208). Drei Eisenröhren, jede von 27 Zoll Länge und $\frac{1}{8}$ Zoll Wanddicke konnten in einander, und das Ganze in die Spirale III. gesteckt werden. In die engste Röhre wurde Wasser oder schweres Glas gebracht, welche Körper innerhalb der Spirale nun ein gewisses Drehvermögen zeigten. Durch Ueberschieben der zweiten Eisenröhre wurde das Drehvermögen verstärkt, durch fernere Hinzufügung der dritten Eisenröhre aber wieder geschwächt (2209, 2210).

Hr. FARADAY combinirte, wie schon früher (951—955), so auch jetzt noch auf mancherlei Weise mit einander polarisirte Lichtstrahlen, Linien magnetischer Kraft, Linien elektrostatischer Spannung und elektrische Ströme; jedoch ohne weitern Erfolg (2217—2220). Wenn Wasser, Alkohol, Quecksilber und andere Flüssigkeiten in grofsen thermometerförmigen Gefäfsen magnetischen Kräften unterworfen wurden, so zeigte sich eine Volumveränderung nicht (2172).

So wie Hr. FARADAY durch seine Ueberzeugung, dafs die einzelnen Naturkräfte nur verschiedene Aeufserungsweisen einer und derselben Kraft sind, und die einzelnen Naturkräfte gegenseitig nach Aequivalenten einander vertreten und in einander umgewandelt werden können, zu seiner neuen Entdeckung geführt ward (2146), so ist er jetzt darauf bedacht, durch Licht Elektricität und Magnetismus zu erzeugen (2242).

Die auf Erregung des Magnetismus durch die chemischen Strahlen des Lichtes bezügliche Literatur findet sich im Berl. Ber. f. 1845. p. 241 zusammengestellt von Hrn. G. KARSTEN.

MICHAEL FARADAY. Zwanzigste Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektricität. §. 27. Ueber neue magnetische Wirkungen und über den magnetischen Zustand aller Substanzen.

In der zwanzigsten Reihe seiner Experimental-Untersuchungen beschäftigt sich Hr. FARADAY mit den Anziehungs- und Abstofsungserscheinungen, welche bei der Einwirkung der Magnete auf alle Substanzen sich zeigen. Zuerst sind die nicht metallischen Körper untersucht.

Als magnetischer Apparat wurde benutzt die eben beschriebene Spirale III. versehen mit einem 28 Zoll langen und 2,5 Zoll dicken Eisenkern. Derselbe konnte horizontal und vertikal gestellt werden, und jedes Ende erlangte durch den Strom von 10 GROVE'schen Plattenpaaren eine Tragkraft von 50—100 Pfund. Bisweilen wurde ein Eisenkonus von 1 Zoll Höhe und 2 Zoll Durchmesser an der Basis auf den benutzten Pol gesetzt (2246). —

Ein anderer hufeisenförmiger Elektromagnet war aus einem Eisenstab von 46 Zoll Länge und 3,75 Zoll Durchmesser so gebogen, dafs die Pole 6 Zoll auseinander standen. Ein mit Zwirnband umwundener Kupferdraht von 522 Fufs Länge und 2,04 Linien Dicke war 16 Zoll weit auf beide Enden des Hufeisens in dreifacher Lage gewickelt. Vor den beiden geebneten Endflächen her konnten zwei 7 Zoll lange, 2½ und 1 Zoll dicke Stäbe aus weichem Eisen bewegt werden; ihre Enden bildeten die eigentlichen Pole, und durch Schrauben liefsen sie sich in jeder beliebigen Entfernuug von einander erhalten (2247). — Die zu untersuchenden Körper wurden an sehr langen Coconfäden in einer Wiege von Schreibpapier oder feinem Kupferdraht aufgehängt (2248). Flüssigkeiten befanden sich in länglichen (horizontalen) Röhren von sehr dünnem Glase, welche, um keinen besondern Verschlufs nothwendig zu machen, oben mit einer Oeffnung versehen waren (2279). Ein Glascylinder zwischen den beiden Magnetpolen hielt den Luftzug ab (2248, 2249). Um Abstofsungserscheinungen sichtbar zu machen, darf natürlich nicht ein Aufhängeapparat gewählt werden, der selbst angezogen wird (2250).

Die Linie, welche zwei ungleichnamige Magnetpole mit einander verbindet, heifst die Axe; eine auf der Mitte der Axe senkrecht stehende, die also Osten und Westen zeigt, ist die Aequatoriallinie genannt (2252, 2258). Hr. Faraday fand, dafs die Körper, welche nicht nach Art des Eisens magnetisch sind, von beiden Magnetpolen abgestofsen werden. Die magnetischen Substanzen werden daran erkannt, dafs sie entweder an einen Pol herangezogen werden, oder doch sich mit ihrer längsten Dimension in die Axenrichtung einstellen (2251). Schwach magnetisch wurden gefunden: Papier, Siegellack, Tusche, Berliner Porzellan, Seidenwurmdarm, Asbest, Flufsspath, Mennige, Zinnober, Bleisuperoxyd, Zinkvitriol, Turmalin, Graphit, Schellack, Holzkohle. Bei diesen Substanzen war bisweilen die ganze Masse magnetisch, bisweilen nur ein Theil derselben (2285).

Alle diamagnetischen Körper werden also von jedem Magnetpole, und somit auch von der Magnetaxe abgestofsen, und jedes Theilchen strebt dahin zu kommen, wo es der geringsten magnetischen Kraft unterworfen ist (2266, 2267, 2269, 2274, 2418). Aus

diesem Gesetze resultirt, in welche Lage beim Entstehen des Magnetismus (Schliefsen der Kette) sowohl der Schwerpunkt, als auch die übrigen Theile eines in der Nähe der Pole befindlichen Diamagneticums gebracht werden. Ein rundes oder kubisches Stück wird von einem beliebigen (2260) Magnetpole nach allen Richtungen hin abgestofsen (2268). Zwischen zwei Polen bleibt es an seiner Stelle, wenn es sich gerade in der Mitte befindet (2261). Ist es in der Axe und einem Pole näher, so bewegt es sich nach der Mitte der Axe. In der Aequatoriallinie seitwärts von der Axe entfernt es sich noch mehr von dieser (2262, 2266). — Bei einem Stücke, dessen verschiedene Dimensionen ungleich sind (2282), beobachtet man aufser den angeführten Bewegungen des Schwerpunkts, dafs es sich in eine bestimmte Richtung einstellt. Eine 2 Zoll lange, $\frac{1}{2}$ Zoll breite, $\frac{1}{2}$ Zoll dicke Stange von schwerem Glas z. B. stellt sich, wenn sie neben einer einzigen horizontalen Polfläche horizontal aufgehängt ist, perpendikulär auf den Radius (2263), und zwischen zwei Polen, wenn der Aufhängepunkt in der Magnetaxe liegt, parallel der Aequatoriallinie (2253, 2259). Perpendikulär auf der letzteren Stellung, also mit der Axe zusammenfallend, befindet sich die Stange im labilen Gleichgewicht (2257). — In der angenommenen Lage verharren die Körper, so lange der Magnetismus dauert (2262). Ob der angewandte Körper aus einem Stücke, oder ob er aus dem feinsten Pulver besteht, darauf kommt es nicht an (2264, 2283). Eine Stange begiebt sich immer auf dem kürzesten Wege in ihre Gleichgewichtslage (2254); auch hat eine Umkehrung der magnetischen Polarität (Umsetzen des Stromes) keinen Einflufs (2255); so dafs also bei diesen Abstofsungserscheinungen keine Polarität sich zeigt (2274). Das schwere Glas ergiebt dieselben Erscheinungen, wenn es innerhalb hölzerner, steinerner, kupferner, bleierner, silberner Gefäfse, in Wasser, Alkohol oder Aether zwischen den Magnetpolen aufgehängt ist (2271, 2272). Die Phänomene erscheinen noch in geringem Maafsstab bei schwerem Glas zwischen den Polen eines guten Stahlmagneten, aber nicht bei Spiralen ohne Eisenkerne (2273).

Folgendes ist eine Liste von Substanzen, welche alle die beschriebenen Erscheinungen in gröfserem oder geringerem Maafse

zeigen: schweres Glas (2253—2274), borsaures Bleioxyd, Flintglas, Kronglas (2276), Bergkrystall, schwefelsaurer Kalk, schwefelsaurer Baryt, schwefelsaures Natron, schwefelsaures Kali, schwefelsaure Magnesia, Alaun, Salmiak, Chlorblei, Chlornatrium, Salpeter, salpetersaures Bleioxyd, Soda, Kalkspath, Bleizucker, Brechweinstein, Seignettesalz, Weinsteinsäure, Citronensäure, Wasser, Alkohol, Aether, Salpetersäure, Schwefelsäure, Salzsäure, Auflösungen verschiedener Salze der Alkalien und Erden, Glas, Bleiglätte, arsenichte Säure, Jod, Phosphor, Schwefel, Harz, Wallrath, Caffein, Cinchorin, Margarinsäure, Wachs aus Schellak, Siegellack, Olivenöl, Terpenthinöl, schwarzer Bernstein, Kautschuck, Zucker, Stärke, Gummi, Holz, Elfenbein, getrocknetes Hammelfleisch, frisches Rindfleisch, trocknes Rindfleisch, frisches Blut, getrocknetes Blut, Leder, Aepfel, Brod (2280). Besonders Phosphor scheint die in Rede stehende Eigenschaft in hohem Grade, vielleicht stärker als schweres Glas zu besitzen (2277). Uebrigens ist zu bemerken, dafs die Phänomene, welche magnetische und diamagnetische Körper in Beziehung auf Anziehung und Abstofsung zeigen, einander entgegengesetzt sind, und also mit einander interferiren können (2285).

Es wird aus dem Vorhergehenden klar, dafs die bisweilen aufgestellte Ansicht, dafs alle Körper vermöge einer durch den Magnetismus des Eisens in ihnen erregten Polarität magnetisch werden, und durch die Anziehung der ungleichnamigen Pole eine bestimmte Lage gegen die Magnetpole annehmen, falsch ist. Es ist vielmehr erwiesen, dafs die diamagnetischen Körper durch eine von beiden Polen des Magnetes ausgehende Abstofsung in die äquatoriale Richtung sich einstellen (2286).

Wenn bis jetzt leitende und nicht leitende, durchsichtige und undurchsichtige, feste und flüssige, krystallinische und amorphe, ganze und zerkleinerte Körper keinen Unterschied in Betreff ihres magnetischen Verhaltens gezeigt hatten, so war es für Hrn. Faradvy vom höchsten Interesse, die metallischen Körper in dieser Beziehung zu untersuchen. Diefs ist geschehn in der zweiten Hälfte der zwanzigsten Reihe von Experimental-Untersuchungen (2287).

Als magnetisch in der Art des Eisens zeigten sich (vermittelst der oben genannten Kriterien) aufser Nickel und Kobalt noch Platin, Palladium und Titan (2292). Hr. Faraday glaubt zwar, dafs die angewandten Stücke der drei letzten Metalle, so wie der gleich zu nennenden, ganz frei von Eisen, Nickel und Kobalt gewesen sind, will es indefs mit Sicherheit nicht entscheiden (2293).

Die von den übrigen Metallen unter dem Einflufs des Magnetismus dargebotenen Erscheinungen zerfallen in zwei Klassen. Die erste Klasse umfafst Repulsionsphänomene, die den vorher bei den unmetallischen Körpern beschriebenen gleich sind. Am stärksten wird Wismuth abgestofsen; dann folgen, so viel sich wegen der Unsicherheit, die von den Erscheinungen der zweiten Klasse herrührt, schliefsen läfst: Antimon, Zink, Zinn, Cadmium, Quecksilber, Silber, Kupfer (2307).

Um die Bewegungen zu verstehen, welche ein Wismuthstück, das in der Nähe eines Poles aufgehängt ist, beim Entstehen des Magnetismus zeigt, ist nur zu beachten, dafs die gröfste Kraft eines Elektromagneten von der Polkante ausgeht (2299). Eine kleine Wismuthkugel über dem Mittelpunkte oder über der Kante der horizontalen Polfläche eines vertikal stehenden Elektromagneten (der oben beschrieben ist) aufgehängt wird nicht bewegt. Zwischen Mittelpunkt und Kante wird sie nach innen, aufserhalb der Kante wird sie nach aufsen bewegt (2298). Von der Spitze eines auf den Pol aufgesetzten Eisenkonus aus findet nach allen Richtungen hin Abstofsung statt (2299). Eine Wismuthstange 2 Zoll lang, $\frac{1}{3}$ Zoll breit und $\frac{1}{4}$ Zoll dick zwischen zwei ungleichnamigen Polen stellt sich äquatorial, und kehrt in diese Lage aus einer andern, in die man sie gebracht hat, leicht zurück (2296). Befindet sich der Aufhängungspunkt der (immer horizontalen) Wismuthstange ganz nahe über dem Mittelpunkt der horizontalen Polfläche (wovon eben die Rede war), so bleibt sie in jeder Richtung stehn, und wird nur nach oben hin abgestofsen. Etwas excentrisch aufgehängt stellt sie sich radial, und bewegt sich ein wenig nach innen. Unmittelbar oberhalb der Polkante aufgehängt stellt sich die Stange entweder radial oder tangential, und wird dabei im ersten Fall nach innen, im zweiten nach aufsen bewegt. Liegt der Aufhängepunkt über die Kante hinaus, so stellt die

Stange sich stets perpendikulär auf den Radius, während der Schwerpunkt nach aufsen getrieben wird (2300). Wird Wismuthpulver auf ein über der horizontalen Polfläche liegendes Papier gestreut, so wird es nach innen und aufsen hin von der Polkante abgestofsen, so dafs diese als ein unbedeckter Kreis sich abzeichnet (2304). — Wie bei dem schweren Glas, so bleibt auch beim Wismuth durch Wasser, Oel, Quecksilber, Glas, Wismuth, Kupfer u. s. w. hindurch, ja selbst innerhalb eines eisernen Gefäfses von 2¼ Zoll Durchmesser und 0,17 Zoll Wanddicke, die magnetische Repulsion dieselbe (2301). Mehrere Stücke von Wismuth, die zugleich von den magnetischen Kräften afficirt werden, scheinen auf einander keinerlei Wirkung auszuüben (2303).

Hr. FARADAY geht nun über zu der Beschreibung einer zweiten Klasse von Erscheinungen, welche bei der Einwirkung von Magneten auf Metalle, und namentlich auf Kupfer, sich zeigen.

Wenn eine Kupferstange von 2 Zoll Länge, ⅓ Zoll Breite und ⅓ Zoll Dicke horizontal zwischen den Polen des Hufeisenelektromagneten aufgehängt ist, und die Stange befindet sich in der axialen oder äquatorialen Lage, so wird sie beim Schliefsen des Stromes von ihrer Stellung nicht abgelenkt (2313). Ist die Stange aber gegen jene beiden Lagen irgendwie geneigt, so dreht sie sich beim Schliefsen des Stromes ein wenig in der Richtung zur axialen Lage hin, und steht dann still (2310). Während der Dauer des Stromes verbleibt sie mit Hartnäckigkeit überhaupt in jeder Lage, mag sie nun auf die eben beschriebene Weise, oder durch irgend eine andere Kraft in dieselbe gebracht sein (2312). Beim Oeffnen des Stromes dreht sich die Stange in entgegengesetzter Richtung von der, welche sie beim Schliefsen desselben von derselben Stelle aus eingeschlagen haben würde. Der Gröfse nach sind aber diese Drehungen von einander so unterschieden, dafs während aus irgend einer Lage die Drehung beim Schliefsen des Stromes vielleicht 15°—20° beträgt, dieselbe beim Verschwinden des Magnetismus zwei bis drei ganze Umdrehungen stark ist (2315). Jedoch mufs hierzu der Strom schon einige Secunden lang gedauert haben. Wird der Strom nach der Unterbrechung

sogleich wieder geschlossen, so wird auch die Drehung sogleich gehemmt (2319). — Dieselben Erscheinungen treten auf, wenn die Kupferstange vor der vertikalen, oder neben der horizontalen Polfläche des Stabelektromagneten ihrer Länge nach aufgehängt ist. Beim Schliefsen des Stromes macht sie eine kleine Drehung nach der axialen Stellung hin (wo ihre Breite parallel dem vom Polcentrum ausgehenden Radius wird), beim Oeffnen des Stromes eine starke Drehung im entgegengesetzten Sinn (2323). Wird die Stange während der Fortdauer des Magnetismus von aufsen her in eine rotirende Bewegung (um ihre vertikale Axe, welche die Linien der magnetischen Kräfte senkrecht schneidet) versetzt, so erscheint sie für diese äufserst träge, wie wenn sie in einer dichten Flüssigkeit sich befände, so dafs diese Rotation sehr schnell aufhört. Pendelschwingungen, die die Stange macht, werden aber nicht aufgehoben (2324). Die Trägheit für rotirende Bewegung kommt auch Kupfermassen von Würfel- oder Kugelform zu (2325), sobald nur die Rotationsaxe auf den magnetischen Kraftlinien perpendikulär oder geneigt steht. Oberhalb eines Poles aufgehängte Stücke werden defshalb in ihren Bewegungen nicht afficirt (2328). — Auch wenn die Kupferstange in Wasser, Alkohol oder Aether aufgehängt ist, erfolgen dieselben Erscheinungen, obwohl minder stark (2320). Durch 1 Zoll dicke Platten von Wismuth oder Kupfer hindurch ist die Wirkung dieselbe (2321). Was die Erklärung dieser Erscheinungen betrifft, so wird der Grund der Trägheit des Kupfers für Rotationsbewegungen senkrecht gegen die Magnetkraftlinien aus folgender Betrachtung klar. Ist nahe vor der vertikalen Polfläche eines Elektromagneten eine Kupferkugel aufgehängt, deren Durchmesser gegen die Dimensionen der Polfläche klein ist, und läfst man sodann die Kupferkugel um ihren vertikalen Diameter sich drehen, so wird in derselben ein elektrischer Strom inducirt. Der angewandte Pol sei nordmagnetisch und stehe dem Beobachter gerade gegenüber. Die Drehung der Kugel sei eine solche, dafs die dem Pole zugekehrte Hälfte sich von der Linken zur Rechten bewegt. Betrachtet man nun den vertikalen gröfsten Kreis der Kugeloberfläche, welcher auf der Polfläche senkrecht steht, so wird in der dem Pole zunächst liegenden Hälfte dieses gröfsten Kreises ein abwärts gehender

Strom inducirt. Denn der bezeichnete Theil der Kupferkugel entfernt sich von dem abwärts gerichteten Strom, der auf der linken Seite der Polfläche stattfindet, und er nähert sich dem nach oben gehenden Strom an der rechten Seite der Polfläche. Aus analogen Gründen wird in der dem Beobachter zunächst liegenden Hälfte des in Rede stehenden gröfsten Kreises ein aufwärts gerichteter Strom inducirt. Demnach verhält sich die von diesen in demselben Sinne fliefsenden Strömen umkreiste Kugel wie ein Magnet, dessen Axe horizontal und der Polfläche parallel ist, und dessen Nordpol (vom Beobachter aus) an der linken Seite liegt. Also wird diese linke Seite von der Polfläche, welche ebenfalls nordmagnetisch ist, abgestofsen. Also wird durch die inducirten Ströme die Bewegung der Kupferkugel gehemmt. Ein Gleiches mufs, wenn auch nicht in demselben Maafse, bei Stücken gut leitender Metalle von beliebiger Form eintreten, sobald nur ihre Dimensionen gegen die der Polfläche nicht zu grofs sind (2329).

Es ist jedoch hiernach noch nicht einzusehn, wie diese retardirende Kraft trotz der Torsionskraft des Aufhängefadens und trotz der diamagnetischen Abstofsung, welche Hr. Faraday dem Kupfer vindicirt, die Kupfermasse in irgend einer Lage ganz festhalten kann. Denn bei der Bewegung 0 ist die retardirende Kraft offenbar auch 0, also kleiner als die diamagnetische Abstofsung; und es müfste eine, wenn auch sehr kleine Geschwindigkeit geben, bei welcher die retardirende Kraft, die eine Funktion der Geschwindigkeit ist, geringer ausfällt, als die diamagnetische oder Torsionskraft.

Die beim Anfang und beim Aufhören des elektrischen Stromes an der Kupferstange wahrgenommenen Bewegungen erklären sich folgendermafsen. Es sei der Strom des Elektromagneten noch nicht geschlossen. Vor der Polfläche hänge mit ihr parallel eine Kupferplatte. Wird nun der Strom geschlossen, so wird in der Kupferplatte ein entgegengesetzt gerichteter Strom inducirt, und die Kupferplatte wird abgestofsen. Wenn aber diese nicht parallel der Polfläche aufgehängt war, sondern z. B. so, dafs die Neigung der beiden Flächen 45° beträgt, so werden auch noch beim Schliefsen der Säule in der Kupferplatte Ströme inducirt, die sie umkreisen. Diese Ströme afficiren die Kupfer-

platte so, als wenn ihre (horizontale) Axe ein Magnet wäre. Der Nordpol dieses Magneten, der auf der dem Elektromagneten zugewandten Seite der Kupferplatte liegt, wird von der nordmagnetischen Polfläche abgestoſsen, also die Platte ebenso gedreht, als wenn sie magnetisch wäre (2335). Beim Aufhören des Stromes um den Elektromagneten sind die in der Kupferplatte inducirten Ströme, und also auch die aus den Strömen resultirenden Drehungen entgegensetzt gerichtet (2336). Aehnliche Ströme nnd Bewegungen müssen auch bei der Kupferstange entstehen (2335). Daſs die Drehung beim Entstehen des Magnetismus im Elektromagneten so viel geringer ist, als beim Verschwinden, folgt natürlich aus der retardirenden Kraft, wovon bereits die Rede war (2337).

Hr. Faraday beschreibt noch ein Experiment, in welchem eine Kupferplatte von $\frac{3}{4}$ Zoll Dicke und 2 Pfund Gewicht sich in $\frac{1}{10}$ Zoll Abstand von der Polfläche des Elektromagneten befand. Beim Anfang und während der Dauer des Stromes wurde die Platte abgestoſsen, beim Aufhören desselben aber stark an den Pol angezogen (2338). Die näheren Umstände dieses Versuches sind nicht ganz verständlich.

Folgendes sind die Metalle, welche die eben beschriebenen Erscheinungen in gröſserem oder geringerem Maaſs zeigen: Kupfer, Silber, Gold, Zink, Cadmium, Zinn, Quecksilber, Platin, Palladium, Blei, Antimon, Wismuth (2340).

Michael Faraday. Ein und zwanzigste Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektricität. §. 27. Ueber neue magnetische Wirkungen und über den magnetischen Zustand aller Substanzen; Fortsetzung.

Hr. Faraday hatte früher angegeben, daſs Eisen bei mäſsiger Rothglühhitze, Nickel beim Kochpunkte des Oels, Kobalt bei der Schmelzhitze des Kupfers unmagnetisch werde; er war der Ansicht [1], daſs in dem Zustande, in welchen Eisen, Nickel, Kobalt

[1] Phil. mag. 1836. VIII. 179 und 1839. XIV. 161; Pogg. Ann. XXXVII. 423* und XLVII. 218*.

durch Erhitzung sich versetzen lassen, die übrigen Metalle bei gewöhnlicher Temperatur sich befänden, und auch, dafs diese durch hinreichende Abkühlung (—156° F. hatten sich als nicht hinreichend erwiesen [1]) sich würden magnetisch machen lassen. Die jetzt mit gröfseren magnetischen Kräften als früher, wiederholten Versuche widerlegen diese Ansicht (2348, 2452). Ein Eisendraht von 1 Zoll Länge und 0,6 Linien Durchmesser war an einem feinen Platindraht zwischen den Polen des Elektromagneten aufgehängt. Der Eisendraht wurde stark erhitzt, stellte sich aber beim Schliefsen des Stromes nicht äquatorial, sondern axial. Die Temperatur wurde nun langsam erniedrigt. Bis zu einer bestimmten Erkaltung schien jedoch der Magnetismus des Drahtes nicht zuzunehmen, bis dieser dann fast plötzlich an einen Pol heranflog. Auch eine kleine Nickelstange stellte sich bei hoher Temperatur axial; aber hier war es möglich, das allmählige Steigen des Magnetismus beim Fallen der Temperatur nachzuweisen, und das Nickel bei irgend einem intermediären Kraftgrade des Magnetismus eine Zeitlang zu erhalten (2343—2348).

Alle natürlichen und künstlichen Verbindungen von Eisen, Nickel und Kobalt (mit Ausnahme von Kaliumeisencyanür und Cyanid) erwiesen sich magnetisch; ebenso durch Kobalt blau und durch Eisen grün gefärbtes Glas, Kronglas, wässerige und alkoholische Lösungen von Eisensalzen. Temperaturerhöhung verursachte hier keine Verminderung des Magnetismus (2349—2359).

Hieraus zog Hr. Faraday den Schlufs, dafs man rückwärts aus dem magnetischen Verhalten der Verbindungen eines Metalls das der Metalle selbst herleiten könne, wenn diese nicht so leicht eisenfrei zu erhalten sind als jene (2370). Magnetisch zeigten sich Titanoxyd, Verbindungen von Mangan, von Cer. Chromoxyd, Chromsäure, doppelt chromsaures Kali stellten sich axial; chromsaures Bleioxyd und einfach chromsaures Kali stellten sich äquatorial; ebenso eine Lösung von doppelt chromsaurem Kali; wurde aber diese mit etwas Alkohol und Salz- oder Schwefelsäure versetzt und erhitzt, um die Chromsäure zu Chromoxyd zu reduciren, so stellte sich die Flüssigkeit axial. Viele Verbindungen von

[1] Phil. mag. XXVIII. 1*; Pogg. Ann. LXV. 643*; Inst. No. 612. p. 339; Arch d. l'électr. V. 333; Berl. Ber. f. 1845 p. 572*.

Blei, welches als Metall nicht leicht rein zu erhalten ist, verhielten sich diamagnetisch. Platinchlorid stellte sich äquatorial; aber das aus dem Chlorid durch Erhitzen in einer Röhre von Flintglas reducirte und zu einem Kuchen zusammengeprefste Platin stellte sich axial. Palladiumverbindungen verhielten sich diamagnetisch, aus denselben reducirtes Palladium magnetisch. Arsenichte Säure richtete sich äquatorial; Arsenik gab zweifelhafte Resultate, schien jedoch diamagnetisch zu sein. Osmiumsäure wurde vom Magneten abgestofsen, Osmium und Osmiumoxyd schwach angezogen. Iridiumoxyd, Iridiumchlorid, Ammoniumiridiumchlorid und ein Stück Iridium waren magnetisch; ein anderes Stück Iridium kaum magnetisch. Ein Stück Rhodium war magnetisch, aber Rhodiumchlorid und Natriumrhodiumchlorid stellten sich äquatorial. Uranoxyd war unmagnetisch, Uranoxydul schwach magnetisch. Wolframoxyd und Wolframsäure richteten sich äquatorial. Diamagnetisch verhielten sich noch folgende Metalle sammt ihren Verbindungen: Silber, Antimon, Wismuth, Natrium; ebenso die Verbindungen von Magnesium, Calcium, Strontium, Barium, Kalium, Ammoniak. Verschiedene diamagnetische Metalle bis zu ihrem Schmelzpunkte erhitzt zeigten keine Veränderung in ihrem magnetischen Verhalten. Die schwach magnetischen Metalle würden vielleicht bei grofser Abkühlung stärker magnetisch werden. Nach der Intensität ihres magnetischen oder diamagnetischen Verhaltens ordnet Hr. Faraday die Metalle folgendermafsen. Magnetisch sind Eisen, Nickel, Kobalt, Mangan, Chrom, Cer, Titan, Palladium, Platin, Osmium. Diamagnetisch sind Wismuth, Antimon, Zink, Zinn, Cadmium, Natrium, Quecksilber, Blei, Silber, Kupfer, Gold, Arsenik, Uran, Rhodium, Iridium, Wolfram. Zwischen beiden Klassen in der Mitte liegt der Nullpunkt (2371—2399).

Alle bis hierher beschriebenen Versuche waren so angestellt, dafs der auf Magnetismus oder Diamagnetismus zu prüfende Körper von Luft umgeben war. Hr. Faraday bereitete nun drei klare Lösungen von schwefelsaurem Eisenoxydul. Die Lösung I. enthielt auf eine Unze Wasser 74 Gran des krystallisirten Salzes; die Lösung II. enthielt davon den 4ten, die Lösung III. den 16ten

Theil. Diese Lösungen wurden in dünne Flintglasröhren gefüllt, und stellten sich alle drei zwischen den Magnetpolen axial. Dann aber wurden sie zwischen den Magnetpolen in Glasgefäfsen aufgehängt, welche selbst mit den Lösungen oder mit Wasser oder Alkohol gefüllt waren. Die Lösung I. stellte sich immer axial, die Lösung II. in I. äquatorial, in III. oder in Wasser äquatorial; in II. verhielt sie sich neutral. Die Lösung III. stellte sich äquatorial in I. und II., und richtete sich nicht in III. Das Resultat war also, dafs ein schwacher magnetischer Körper innerhalb eines stärker magnetischen sich verhält wie ein diamagnetischer Körper in Luft. Die Intensität der richtenden Kraft war natürlich in den verschiedenen beschriebenen Fällen verschieden (2361—2368).

Wenn also Luft in Beziehung auf magnetische Anziehung und Abstofsung zwischen den magnetischen und diamagnetischen Körpern in der Mitte zu stehen schien, so wie auch bei gasförmigen Körpern keine Einwirkung auf den polarisirten Lichtstrahl zu entdecken war (2434), so wurde diese Vermuthung durch folgende Experimente bestätigt und auf alle gasförmigen Körper ausgedehnt. Eine dünne Flintglasröhre — Flintglas ist diamagnetisch — mit verdichteter oder gewöhnlicher Luft, Wasserstoff, Kohlensäure, schweflichter Säure oder Aetherdampf angefüllt oder luftfrei gemacht stellte sich mit gleicher Kraft äquatorial in Luft, Wasserstoff, Kohlensäure oder im Vacuum; axial dagegen stellte sie sich in Wasser — hierzu war die Flintglasröhre unterhalb des Aufhängepunktes durch ein Stück Wismuth beschwert —, in Alkohol, Terpenthinöl, Quecksilber. Flüssige schweflichte Säure in gasförmiger, flüssige salpetrichte Säure in gasförmiger flüssiger Aether in Aetherdampf stellten sich äquatorial; Aetherdampf in flüssigem Aether aber axial. Hr. Faraday bemerkt übrigens, dafs diese Resultate auch darauf beruhen können, dafs die Quantität wägbarer Materie in gasförmigen Körpern gering ist (2435). — Ebenfalls bleiben die Erscheinungen, welche schweres Glas, Wismuth und Kupfer unter dem Einflufs des Magnetismus zeigen, dieselben, mögen diese Körper in Luft von beliebiger Verdichtung, in Kohlensäure, in Wasserstoff oder im Vacuum sich befinde (2400 bis 2416).

Hr. Faraday bereitete auch eine Lösung von Eisenvitriol,

welche in Luft keine Richtkraft zwischen den Magnetpolen besaſs (2422). Eine solche Lösung muſs mehr als 48,6 Gran vom krystallisirten Salz auf 10 Cubikzoll Wasser enthalten (2448). Uebrigens macht er darauf aufmerksam, daſs er keinen, festen oder flüssigen, einfachen Körper gefunden habe, der sich auf diese Weise neutral verhalte (2420, 2421). Um zu zeigen, wie merkwürdig die Substanzen in Bezug auf ihr magnetisches Verhalten durch einander gruppirt sind, ist folgende Zusammenstellung gegeben, in welcher jeder folgende Körper schwächer angezogen, respective stärker abgestoſsen wird, als die vorhergehenden: Eisen, Nickel, Kobalt, Mangan, Palladium, Kronglas, Platin, Osmium; Luft und Vacuum (Nullpunkt), Arsenik, Aether, Alkohol, Gold, Wasser, Quecksilber, Flintglas, Zinn, schweres Glas, Antimon, Phosphor, Wismuth (2424).

Man könnte auch, bemerkt Hr. Faraday, die Ansicht aufstellen, daſs nicht zwei Kräfte, Magnetismus und Diamagnetismus, existirten, sondern nur stärkerer und schwächerer Magnetismus und daſs also z. B. eine Wismuthstange nur deshalb sich äquatorial einstellt, weil der dieselbe umgebende Körper stärker vom Magnete angezogen wird, als das Wismuth; aber es ist unwahrscheinlich, daſs das Vacuum vom Magneten angezogen wird (2436—2440).

Die theoretische Ursache der Abstoſsungserscheinungen wäre vielleicht darin zu suchen, daſs alle elektrischen Ströme in diamagnetischen Körpern entgegengesetzt gerichtete Ströme inducirten (2429, 2430). Indeſs ergeben Eisen und Wismuth sonst in Beziehung auf inducirte Ströme keinen Unterschied. Auf der andern Seite könnte man wieder sagen, daſs die den Diamagnetismus hervorbringenden Ströme nicht in den Massen selbst, sondern um die Massentheilchen herum stattfänden (2431).

Eine direkte Beziehung zwischen den durch Magnetismus hervorgebrachten optischen Erscheinungen, und den Anziehungs- und Abstoſsungsphänomenen zeigt sich nicht; denn schweres Glas, welches sich äquatorial, und durch Eisen grün gefärbtes Glas, welches sich axial einstellt, drehen beide auf dieselbe Weise die Polarisationsebene des Lichtstrahls (2427).

Zur Literatur des von Hrn. Faraday in der 20sten und 21sten Reihe behandelten Gegenstandes sind zu bemerken:

1778. Brugmans. Magnetismus seu de affinitatibus magneticis observationes academicae Lugd. Batav.; Pogg. Ann. X. 293*.
1787. Cavallo. Treatise on magnetism p. 283.
1802. Coulomb. Journal de physique. LIV. 367, 454.
1824. Becquerel. Ann. d. chim. et d. phys. XXV. 269; Pogg. Ann. VIII. 367*.
1826. Muncke. Pogg. Ann. VI. 361*.
1827. Seebeck. Abhandlungen d. Berl. Akad. f. 1827. p. 147; Pogg. Ann. X. 203*; Bull. univers. IX. 175.
1827. Le Baillif. Bull. univers. VII. 371*, VIII. 87*; Pogg. Ann. X. 507*.
1827. Becquerel. Ann. d. chim. et d. phys. XXXVI. 337*; Pogg. Ann. XII. 622*.
1828. Saigey. Bull. univers. IX. 89. 167. 239*.
1841. Dove. Pogg. Ann. LIV. 325*.
1845. E. Becquerel. C. R. XX. 1708; Arch. d. l'électr. V. 191; Inst. No. 598. p. 213; Berl. Ber. f. 1845. p. 573*.

R. Boettger. Ueber Faraday's neueste Entdeckung, die Polarisationsebene eines Lichtstrahls durch einen kräftigen Elektromagneten abzulenken.

— — Ueber die durch einen kräftigen Elektromagneten bewirkte, im polarisirtem Lichte sich kundgebende Molekularveränderung flüssiger und fester Körper.

Als die neue Entdeckung des Hrn. Faraday nur aus kurzen Notizen bekannt geworden war, gelang es Hrn. Böttger die Drehung der Polarisationsebene durch Magnetismus auf folgende Weise sichtbar zu machen. Ein gewöhnlicher zur Untersuchung von Flüssigkeiten dienender Circularpolarisationsapparat (eine 7,5 Par. Zoll lange, an beiden Enden mit Glasplatten verschlossene Messingröhre mit zwei horizontal liegenden achromatisirten Nichol-schen Prismen) wurde mit einer natürlich drehenden Flüssigkeit z. B. mit einer aus 1 Theil Zucker und 2 Theilen Wasser bestehenden Lösung, angefüllt. Eine aus fünf über einander gewickelten

Lage von dickem, wohl isolirtem Kupferdraht gewundene Spirale von 5¼ Zoll Länge war mit einem hohlen Eisenblechcylinder von 1¼ Zoll Durchmesser versehen, und konnte mit einer fünf- oder sechspaarigen GROVE'schen Säule in Verbindung gesetzt werden. In diese Spirale wurde die Röhre mit der Zuckerlösung gebracht. Als Lichtquelle diente eine ARGAND'sche Lampe, und der Nichol war in die Lage der gröfsten Dunkelheit gebracht. Wurde nun der Strom in einer Richtung durch die Spirale geleitet, so färbte sich das Bild röthlich, und durch den entgegengesetzt gerichteten Strom bläulichgrün. Die Drehung der Polarisationsebene betrug in jedem Fall 1°15'; sie schien bei Anwendung derselben Spirale durch Verminderung der Plattenpaare nicht kleiner zu werden.

Der zweite Aufsatz des Hrn. BÖTTGER enthält die Beschreibung noch einiger anderen Versuche, die auch von FARADAY mit demselben Erfolge angestellt sind.

POUILLET. Notiz über die neuen Versuche des Hrn. FARADAY.

Die Versuche des Hrn. POUILLET wurden ebenfalls angestellt, als die Entdeckungen FARADAY's nur erst in kurzen Auszügen bekannt geworden waren. Es dienten zu den Versuchen: 1) Eine BUNSEN'sche Säule von 10 bis 100 Elementen. 2) Mehrere Elektromagnete in Hufeisenform, welche durch den Strom einer 20paarigen Säule eine Tragkraft von 800 Kilogramm erlangten. 3) Ein SOLEIL'scher Apparat; der eine Theil desselben, den man das Objektiv nennen kann, besteht aus einem polarisirenden Nichol und der sogenannten Doppelplatte [1]. Das Okular besteht aus einer perpendiculär auf die Axe geschliffenen Bergkrystallplatte, die z. B. rechts dreht, dann aus einem sogenannten Compensator (d. h. einer Bergkrystallplatte von variabler Dicke [2]) von links drehendem Bergkrystall, und aus einem achromatisirten doppelbrechenden Prisma, von dem aber nur das eine Bild zur Beobachtung angewandt wird. Die beiden polarisirenden Apparate sind fest auf die Weise eingestellt, dafs die beiden Hälften der

[1] Berl. Ber. f. 1845. p. 191*.
[2] Berl. Ber. f. 1845. p. 192*.

Doppelplatte gleich gefärbt erscheinen, wenn weiter keine den Lichtstrahl afficirenden Körper vorhanden sind. Wird dann ein circular polarisirender Körper (dessen Drehvermögen $= k$) zugleich mit der rechts drehenden Platte (deren Drehungsvermögen $= p$) und mit dem Compensator zwischen den polarisirenden und analysirenden Apparaten eingeschaltet, so kann erst dann wieder Gleichheit in der Färbung der beiden Hälften der Doppelplatte eintreten, wenn $k + p - c = 0$ ist, wo c das Drehvermögen des Compensators bezeichnet; und so wird aus dem gemessenen c und dem bekannten p das gesuchte k gefunden. Die zweckmäfsigste Dicke der Doppelplatte ist die, bei welcher die *teinte de passage* erscheint (zwischen parallelen polarisirenden und analysirenden Apparaten beträgt diese Dicke $3^{mm},747$); die des Hrn. Pouillet scheint nicht diese Dicke gehabt zu haben. Er sagt, er habe die *teinte de passage* durch eingeschaltete gefärbte Gläser wieder hergestellt. Wenn man bedenkt, dafs auch die Empfindlichkeit der *teinte de passage* darauf beruht, dafs sie fast nur durch die äufsersten Strahlen des Spektrums gebildet wird, während das Gelb ausgelöscht ist [1], so sieht man wohl die Möglichkeit, die Empfindlichkeit irgend einer andern Farbe dadurch zu vergröfsern, dafs man die äufsersten Strahlen des Spektrums zu ihrer Bildung mitwirken läfst. — Um die verschiedenen Theile des optischen Apparates, so wie auch das vom Lichtstrahl zu durchlaufende Diamagneticum hinter einander aufzustellen, bediente sich Hr. Pouillet seines *banc de diffraction* [2]. Dem Diamagneticum wurde der Elektromagnet so genähert, wie wenn jenes diesem als Anker dienen sollte. Hr. Pouillet bestätigte auf solche Weise, dafs der Magnetismus in dem durchsichtigen Körper eine Drehung der Polarisationsebene in dem von Faraday angegebenen Sinne bewirkt. Er fand, dafs diese Wirkung bei jeder beliebigen Lage der Polarisationsebene eintritt. Die gröfste Drehung, die Hr. Pouillet auf diese Weise (in einem Stücke Flintglas) hervorbrachte, war beim Schliefsen des Stromes gleich der einer Bergkrystallplatte von $0^{mm},2$ Dicke, oder beim Umsetzen des Stromes gleich der einer Bergkrystallplatte von $0^{mm},4$ Dicke.

[1] Biot. Mém. d. l'Acad. d. sciences. T. XIII. p. 86*.

[2] Eléments de physique. 3me édition. II. 276*.

Das Drehvermögen des Kronglases schien ihm $\frac{6}{10}$ von dem des Flintglases zu betragen, Chlornatrium drehte fast ebenso stark wie Flintglas. Verschiedene Flüssigkeiten drehten ungefähr zu demselben Betrage, wie Kronglas; am stärksten wirkten Olivenöl, destillirtes Wasser, concentrirtes Ammoniak, reine Salpetersäure; am schwächsten dagegen Essigsäure, Schwefelsäure, Cyaneisenkalium, Cyaneisenmagnesim.

Um die von den Magnetpolen ausgeübte Anziehung oder Abstofsung zu untersuchen, legte Hr. Pouillet über die horizontalen Flächen eines vertikal stehenden Elektromagneten ein Blatt dünnes Papier, und streute hierauf die zu prüfende Substanz in fein pulverisirtem Zustand. Fast alle Verbindungen des Eisens, Kobalts und Nickels, des Mangans, Chroms und Cers zeichneten so den Kreis über der Polkante ab, namentlich gut Berlinerblau und das Peligot'sche Chromchlorid; einige aber thaten dies nicht, wie Kaliumeisencyanid, chromsaures Silberoxyd, doppelt chromsaures Kali. Wismuthpulver dagegen liefs den Kreis oberhalb der Polkante frei, und bildete aufserhalb und innerhalb desselben zwei concentrische Ringe. Ebenso, obgleich schwächer, schien Bernstein afficirt zu werden. Viele andere Körper, z. B. Antimon gaben auf diese Art kein Resultat. — Eine äquatoriale Einstellung zwischen zwei Magnetpolen konnte Hr. Pouillet nur beim Wismuth und beim Bernstein wahrnehmen.

Hr. Despretz theilt der Akademie zu Paris mit, dafs er einige Apparate hat vorrichten lassen, um zu untersuchen, ob die Wirkung des Magnetismus auf das Licht an und für sich ausgeübt wird. Weiter ist hierüber nichts bekannt gemacht.

Becquerel. Bemerkungen über die Einwirkung der Magnete auf alle Körper.

Poggendorff. Faraday's neue Entdeckung und deren Zusammenhang mit Seebeck's Transversalmagnetismus.

Hr. Becquerel nimmt für sich, und Hr. Poggendorff für T. J. Seebeck die Entdeckung des Diamagnetismus in Anspruch,

welcher nichts anders als Transversalmagnetismus sei. Muncke, Seebeck und Hr. Becquerel haben allerdings Fälle beobachtet, wo stabförmige Körper über einem Pole eines horizontalen Magneten aufgehängt nicht dem Magnete parallel, sondern mehr oder weniger gegen diesen geneigt, sich einstellten. Seebeck experimentirte z. B. mit Eisenfeilspänen in einer Glasröhre eingeschlossen, Hr. Becquerel mit einem Gemisch von Eisensesquioxyd und magnetischem Eisenoxyd. Wenn solche Substanzen unter Umständen transversalmagnetisch sein können, so sind doch nach Faraday gerade diese Körper nicht diamagnetisch. Seebeck sagt ausdrücklich, dafs Wismuth und Antimon gegen den Magneten sich indifferent verhielten. Hrn. Becquerel war, als er im September 1827 der Pariser Akademie der Wissenschaften seine Abhandlung: *Sur les actions magnétiques excitées dans tous les corps par l'influence d'aimans très-énergiques* mittheilte, die Thatsache bekannt, dafs Wismuth und Antimon die Magnetnadel abstofsen; aber er erwähnte sie nicht.

Brugmans beobachtete zuerst 1778 die Repulsion des Wismuth durch den Magneten; Le Baillif fand sie 1827 und hielt sie für neu.

Hr. Dujardin schreibt an die Pariser Akademie der Wissenschaften, dafs einige Modificationen seinen neuen magneto-elektrischen Apparat[1] zu Versuchen über die Einwirkung des Magnetismus auf das Licht geeignet machen.

E. Becquerel. Versuche über die Wirkung des Magnetismus auf alle Körper.

Hr. E. Becquerel ersann ein Mittel, um die in durchsichtigen Körpern durch den Magnetismus hervorgebrachte Drehung der Polarisationsebene eines Lichtstrahls bedeutend zu verstärken. Er wandte einen Elektromagneten von Hufeisenform an, dessen Dimensionen denen des in der 20sten Reihe der Faraday'schen

[1] Berl. Ber. f. 1845. p. 525*.

Untersuchungen beschriebenen ähnlich sind. In gleicher Weise wie dort waren über die Pole Querstäbe von weichem Eisen gelegt; aber diese waren cylindrisch durchbohrt, so dafs ein Lichtstrahl ihre gemeinschaftliche Axe durchlaufen konnte. Zwischen die gegenüberstehenden Enden dieser Querstäbe, deren Abstand sich von 0 bis zu $0^{m},14$ vergröfsern liefs, wurden nun die zu untersuchenden Körper gebracht. Weifses Licht der Wolken wurde vor dem Eintritt in die Axe durch einen Nichol polarisirt, und auf der andern Seite der Axe durch einen zweiten Nichol analysirt. So erhielt Hr. Becquerel bei einem 48^{mm} langen Prisma von schwerem Glase eine Drehung von 16° für die *teinte de passage*, d. h. ebenso viel, als eine Quarzplatte von $\frac{3}{8}$ Millimeter Dicke hervorbringen würde.

Beim Bergkrystall fand Biot bekanntlich, dafs die Drehungen für die verschiedenen einfachen Strahlen umgekehrt proportional sind den Quadraten ihrer Wellenlängen. Um zu sehen, ob dies Gesetz was auch bei den meisten übrigen circularpolarisirenden Körpern stattzufinden scheint, auch für die durch den Magnetismus verursachten Drehungen gelte, bereitete Hr. Becquerel eine Zuckerlösung, welche ebenfalls die *teinte de passage* bei einer Drehung des analysirenden Nichols um 16° zeigte, und stellte diese Lösung zwischen das polarisirende Prisma und den Elektromagneten. Wirklich ergab sich nun, je nachdem der elektrische Strom in der einen oder in der entgegengesetzten Richtung flofs, eine Drehung von 0° oder von 32°. — Wenn nur immer die beiden Enden der Querstäbe einander möglichst genähert wurden, so war die Drehung, die eine Platte von 1—2 Centimeter Dicke hervorbrachte, fast ebenso grofs, als die von einer 10 Centimeter dicken Platte derselben Substanz erzeugte, so dafs die Vergröfserung der Dicke ziemlich durch die Verringerung des Magnetismus compensirt wurde. — Auch Hr. Becquerel fand das Drehvermögen des schweren Glases am gröfsten; dann folgt Flintglas, dann Kronglas. Von Flüssigkeiten drehten besonders die Auflösungen der Chloride gut. Bei $0^{m},01$ Dicke gab eine Auflösung von Chlorzink 6°, Chlorcalium und Chlornatrium ungefähr 4°,5 und reines Wasser 3° Drehung; Alkohol und Aether wirkten noch schwächer.

Unter den von Hrn. Becquerel untersuchten krystallisirten Körpern fanden sich einige, welche durch den Einflufs des Magnetismus die Polarisationsebene des Lichtstrahls drehten; andere und wie es schien, namentlich die durchsichtigsten und reinsten thaten es nicht. Ein rechts drehender und links drehender Quarzkrystall, beide 5^{mm} dick, die sich vollständig neutralisirten, zeigten mit einander combinirt bald im einen, bald im andern Sinne eine schwache Drehung, je nach der Richtung der Magnetisirung. Auch bei einer Soleil'schen Doppelplatte, deren beide Hälften vor dem Entstehen des Magnetismus gleich gefärbt waren, änderten sich beim Schliefsen des Stromes die Farben. Eine andere sehr durchsichtige Platte zeigte dagegen keine Drehung. Bei doppelbrechenden Krystallen war der Effekt schwer zu beobachten, jedoch bei einem Beryll und einem Turmalin sichtbar. Noch zwei Berylle und zwei Turmaline afficirten die Polarisationsebene nicht.

Auch Hr. Becquerel bemerkte, das das Bild, was bei gekreuzten Nichols durch das Schliefsen des den Elektromagneten erzeugenden Stromes entsteht, nicht seine volle Intensität erreicht, dafs es jedoch beim Oeffnen des Stromes plötzlich verschwindet.

Ruhmkorff. Apparat zur Wiederholung der Faraday'schen Versuche über den Einflufs des Magnetismus auf das Licht.

Biot. Bericht über einen Apparat des Hrn. Ruhmkorff, um die optischen Erscheinungen zu zeigen, welche die durchsichtigen Körper hervorbringen, wenn sie zwischen den entgegengesetzten Polen eines kräftigen Elektromagneten sich befinden.

Der Apparat des Hrn. Ruhmkorff, über welchen sich Hr. Biot in seinem Bericht günstig ausspricht, besteht aus einer Eisenstange von 0^{m},01 Dicke und 0^{m},22 Länge, die an beiden Enden rechtwinklig umgebogen ist. Gegen diese beiden Enden sind zwei Cylinder von weichem Eisen, jeder von 0^{m},03 Durchmesser und

$0^m,09$ Länge (*par un fort serrage*) befestigt, so daſs sie einander gegenüberstehen, und einen Zwischenraum von $0^m,01$ zwischen ihren Enden lassen. Sie sind ihrer Länge nach durchbohrt, und das cylindrische Loch, dessen Durchmesser $0^m,01$ beträgt, erstreckt sich durch die beiden Enden der ersten Eisenstange, so daſs in der Richtung ihrer gemeinsamen Axe ein Lichtstrahl durchfallen kann. Um jeden dieser hohlen Cylinder ist ein seidebesponnener Kupferdraht von 2^{mm} Durchmesser und 100^m Länge in demselben Sinne gewickelt. Bei jedem Draht ist das innere Ende an den Cylinder angeschweiſst. Bringt man die äuſsern Enden mit den Polen einer Säule in Verbindung, so geht der Strom zuerst durch den massiven Eisencylinder, dann durch die andere Spirale, und die gegenüberstehenden Enden der hohlen Cylinder werden zu entgegengesetzten magnetischen Polen. Den Enden ist die Form abgestumpfter Kegel gegeben, um so die magnetischen Kräfte mehr nach der Mitte hin zu concentriren. Zwischen die Pole bringt man nun die zu untersuchenden Körper vermittelst kreisförmiger Fassungen. An den äuſsern Enden der durchbohrten Cylinder sind zwei Nichol'sche Prismen angebracht.

Vermittelst eines Trogapparates von 50 Elementen gab dieser Apparat recht deutlich sichtbare, jedoch zur Messung zu schwache Wirkungen.

Nach denselben Prinzipien hat Hr. Ruhmkorff noch einen andern, zu messenden Untersuchungen geeigneten Apparat construirt, von dem aber keine genauere Beschreibung gegeben ist.

M. Faraday. Ueber die magnetische Affektion des Lichtes, und über die ferromagnetische und diamagnetische Beschaffenheit der Materie.

Wenn man auf dem Modell eines stabförmigen Elektromagneten die Richtung der elektrischen Ströme verzeichnet hat, so kann man aus diesem Modell auch die Richtung erkennen, in welcher die Polarisationsebene eines Lichtstrahls gedreht wird, welcher einen der Einwirkung magnetischer Kräfte unterworfenen durchsichtigen Körper durchläuft (s. o. S. 543.); und diese Richtung

hängt mithin nicht, wie bei den natürlich drehenden Körpern davon ab, von welcher Seite her der Lichtstrahl in den durchsichtigen Körper eintritt. Wenn also ein polarisirter Strahl, der von der einen Seite in das Diamagneticum eingedrungen ist, an der entgegengesetzten Seite des letztern reflektirt würde, so müfste die Polarisationsebene des Strahles, der das Diamagneticum nun zwei Mal durchlaufen hat, offenbar auch um einen doppelt so grofsen Winkel gedreht sein. Und wenn es zu verwirklichen wäre, den Strahl an der ersten Seite des Diamagneticums wiederum reflektirt werden, und dann, nachdem er dieses also dreimal durchlaufen hat, austreten zu lassen, so würde seine erhaltene Drehung die dreifache sein. Es gelang Hrn. Faraday allerdings auf folgende Weise, eine solche Multiplication der Polarisationsebenendrehung hervorzubringen. Ein parallelepipedisches Stück von schwerem Glase, dessen Breite und Dicke 0,7 Zoll und dessen Länge 2,5 Zoll betrug, war an den beiden quadratischen Endflächen polirt und versilbert. Darauf wurde aber die Versilberung von der einen Endfläche so weit fortgenommen, dafs dadurch ein 0,1 Zoll breiter Streifen an der einen Kante frei ward. Dasselbe geschah an der diagonal entgegengesetzten Kante auf der zweiten Endfläche. Wenn nun der Lichtstrahl an der einen Seite, weniger oder mehr gegen die senkrechte Incidenz geneigt, eintrat, so mufste er das Parallelepipedum mehr oder weniger oft im Zickzack durchlaufen, um dasselbe endlich durch den nicht versilberten Streifen auf der zweiten Endfläche zu verlassen. Nach n Reflexionen ist die Drehung natürlich $n+1$ mal so grofs geworden.

Das beschriebene Stück schweren Glases ertheilte zwischen den Polen des grofsen Magneten (s. o. S. 546.) dem Lichstrahl, der es einmal durchlaufen hatte, eine Drehung von 12°; nach einer zweifachen Reflexion betrug diese 36°, nach einer vierfachen Reflexion 60°. — Um auch auf diese Weise noch die Wirkung der Luft zu untersuchen, versah Hr. Faraday die Pole des Magneten selbst mit polirten Stahlplatten; aber auch nach 12 Reflexionen war keine Drehung zu bemerken. Ebenfalls konnte bei Bergkrystall und bei Kalkspath keine Drehung beobachtet werden. —

Hr. Faraday theilt weiterhin die Resultate einiger Versuche

mit, zu denen er durch die Reklamationen Becquerel's veranlafst war. Der letztere hatte im Jahre 1827 gefunden, dafs eine mit Eisensesquioxyd und magnetischem Eisenoxyd angefüllte Papierröhre über dem Pole eines Magneten aufgehängt sich senkrecht gegen die Axe des Magneten einstellte. Hr. Faraday untersuchte defshalb, ob es ihm möglich wäre, ebenfalls die äquatoriale Stellung bei magnetischen Körpern zu erhalten. Er füllte eine dünne Glasröhre von 0,25 Zoll Durchmesser und 1,4 Zoll Länge mit Eisenoxyd, und hing dieselbe vor der vertikalen Polfläche eines Elektromagneten so auf, dafs der Schwerpunkt der Röhre in der verlängerten Axe des Magneten lag. Die Polfläche war ein Quadrat, dessen Seite eine Länge von 1,75 Zoll hatte. Betrug nun der Abstand des Schwerpunktes der Röhre weniger als 0,3 Zoll, so stellte sich die letztere rechtwinklig gegen die Magnetaxe, und kehrte aus einer andern Lage in diese zurück. War aber der Abstand der Röhre von der Polfläche gröfser, so gab es für die Röhre zwei Lagen stabilen Gleichgewichts, welche gegen die äquatoriale Lage desto mehr geneigt waren, je gröfser der Abstand von der Polfläche war. Bei Anwendung anderer Polflächen von 2,5 und 3,5 Zoll Seite blieb die Röhre noch bis zur Entfernung von 1 und 1,75 Zoll von der Polfläche dieser parallel. Wurde die Röhre aus der äquatorialen Lage seitlich von der Axe so fortgerückt, dafs der Abstand von der Polfläche derselbe blieb, so nahm die Röhre mehr und mehr eine solche Stellung an, dafs die Axe der Röhre auf den zunächst gelegenen Punkt der Polkante hinzeigte. Wenn aber der Cylinder mit Eisenoxyd in der Verlängerung der horizontalen Axe eines konisch zugespitzten Magnetpoles aufgehängt wurde, so befand er sich in der äquatorialen Stellung nur im labilen Gleichgewicht, und ging leicht in die axiale Stellung über. In allen Fällen wurde jedoch der Schwerpunkt der ganzen Masse an den Magnet angezogen.

Den Grund dieser Erscheinungen sieht Hr. Faraday in der *disaggregation* des Eisenoxyds, welche die Mittheilung der magnetischen Induktion von Theilchen zu Theilchen verhindert. Diese Ansicht gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn man bedenkt, dafs Seebeck [1] Säulen aus übereinander geschichteten Eisenblech-

[1] Pogg. Ann. X. 215*.

scheiben dann zur Annahme des Transversalmagnetismus geeignet fand, wenn die einzelnen Scheiben durch Papierblättchen von einander getrennt waren.

Andere Körper, als das Eisenoxyd, zeigten übrigens diese Phänomene nicht, wenn auch ihr Magnetismus noch schwächer war. Eine gesättigte Lösung von Eisenvitriol, und eine aus dieser durch Verdünnung mit der fünffachen Menge Wassers erhaltene, ferner Lösung von Kobaltchlorid und Nickelchlorid, Eisendraht durch ein Gewicht beschwert oder rothglühend gemacht, Hämatit ganz oder gepulvert, grüues Bouteillenglas ganz oder gepulvert — alle diese Körper in cylindrische Gestalt gebracht, wurden mit dem einen Ende an die Polfläche angezogen, oder stellten sich doch in die axiale Lage, obgleich bei einigen von ihnen der Schwerpunkt viel weniger stark angezogen wurde, als der des Eisenoxyds. Reines Mangansuperoxyd und Platinschwamm zeigten ein Verhalten, das zwischen dem des Eisenoxyds und der andern Körper in der Mitte lag. Immer aber wurde der Schwerpunkt angezogen.

Wenn man einem konisch zugespitzten Pole gegenüber einen Eisendraht von 2—3 Zoll Länge aufhängt, so stellt er sich rechtwinklig gegen die Magnetaxe; und ein Cylinder von Wismuth, Phosphor oder schwerem Glase stellt sich ebenso. Aber trotzdem sind beide Erscheinungen sehr von einander verschieden. Denn der Eisendraht wird seiner ganzen Masse nach angezogen, die andern diamagnetischen Körper aber abgestoſsen.

De Haldat. Versuche mit einer Magnetnadel, die durch das verworrene Gemisch vieler kleinen Magnetstäbchen gebildet ist.

Hr. de Haldat füllt eine Glasröhre von $0^{m},08$ Länge mit vielen kleinen Stahlmagneten von $0^{mm},5$ Durchmesser und 3—5 Millimeter Länge, so daſs diese möglichst unregelmäſsig durch einander liegen. Diese Röhre in einer seidenen Schlinge aufgehängt stellt sich senkrecht gegen die Richtung eines Magneten.

DE HALDAT. Ueber die Messung der Magnetkraft.

Hr. DE HALDAT schlägt eine Methode zur Messung der Magnetkraft vor, durch welche die Gröfse dieser Kraft abgeleitet wird aus der Entfernung, in welcher ein Magnet eine zweckmäfsig aufgestellte Nadel afficirt, und vermittelst deren man leicht die relative Kraft zweier Magneten oder der beiden Pole eines Magneten schätzen kann.

Auch theilt Hr. DE HALDAT mit, dafs die Wirkung des Magnetismus in die Ferne durch eingeschaltete Körper, selbst durch eingeschaltetes Eisen nicht verändert wird, und dafs er hat die Hoffnung aufgeben müssen, den Magnetismus durch Spiegelung, Brechung oder Beugung zu modificiren.

DE HALDAT. Ueber die Universalität des Magnetismus.

Durch viele Reflexionen und einige Versuche gelangt Hr. DE HALDAT zu folgenden Resultaten:

1. Dafs der von FARADAY aufgestellte Unterschied zwischen magnetischen und diamagnetischen Körpern wirklich existirt.
2. Dafs eine Analogie zwischen Magnetismus und Diamagnetismus auf der einen, und der positiven und negativen Elektricität auf der andern Seite wahrscheinlich nicht existirt.
3. Dafs die magnetische Eigenschaft des Eisens ein Mittel zur Entdeckung desselben darbietet.
4. Dafs das Eisen eine desto gröfsere Fähigkeit besitzt, den magnetischen Zustand anzunehmen, je reiner und homogener es ist.

Dr. A. Krönig.

Hr. STURGEON hat das Verhalten verschiedener Substanzen gegen den Magneten untersucht. Ueber den Polen eines kräftigen Magneten wurde ein leichter hölzerner Hebel an Seidenfäden aufgehängt, auf dem die verschiedenen Gegenstände befestigt waren. Er fand Gold, Silber, Kupfer, Platin, Antimon, Wismuth, Blei und Zinn vollkommen neutral gegen den Magnet, während

Münzen und Geräthschaften aus diesen Metallen eine Wirkung zeigten. Da eine sehr starke kupferhaltige Silbermünze besonders stark vom Magneten angezogen wurde, so prüfte er überhaupt das Verhalten von Legirungen, und fand, dafs eine Legirung aus zweien Stoffen, welche gänzlich neutral sind gegen den Magnet, von demselben afficirt werden kann, z. B. besonders gut eine Legirung aus 1 Theil Kupfer und 5 Theilen Silber. Dagegen wurde die magnetische Wirkung des Eisens durch Beimischung von Zinn sehr geschwächt, ja ganz aufgehoben, wenn die Legirung nur $\frac{1}{8}$ Eisen enthielt. Antimon verhielt sich wie Zinn, nur in geringerem Grade. Nach diesen Ergebnissen hat Hr. Sturgeon die Physik mit einigen Namen bereichert. Er schreibt allen Körpern eine gewisse Magnetisirungsfähigkeit zu, und nennt diejenigen, bei denen diese Fähigkeit deutlich hervortritt: saphomagnetisch, und zwar, wenn es einfache Stoffe sind, monomagnetisch, wenn zusammengesetzt: sunomagnetisch. Die anderen, bei denen jene Fähigkeit unmerklich ist, nennt er asaphomagnetisch. Zu den monomagnetischen gehören nur Eisen, Nickel und vielleicht Kobalt. Zu den sunomagnetischen: Legirungen aus Silber und Kupfer, aus Zink und Kupfer. Diejenigen Körper, welche den Magnetismus anderer aufheben, sind sehr häufig. Sie sind katalomagnetisch genannt; zu ihnen gehören Zinn, Antimon, Blei, Zink, Schwefel, Sauerstoff, Chlor, Cyan u. A.

Als wesentliche Bedingung zur Erhaltung des Stahls für gute bleibende Magnete giebt Hr. Petrie die folgenden an: Das Roheisen mufs mit Holzkohle, nicht mit Coke bereitet sein (das beste Eisen soll das von Dannemora sein); die Stahlbereitung mufs nicht länger fortgesetzt werden, als bis die Stangen eben in Stahl verwandelt sind; beim Schmelzen mufs das Gefäfs bedeckt sein, und die Schmelzung nicht länger fortgesetzt werden, als gerade nöthig ist; dann mufs es in ein grofses Stück gegossen und noch vom Gusse heifs ausgewalzt werden, und zwar bei möglichst niedriger Temperatur; beim Zerschneiden mufs es nicht gedrückt oder gespannt werden, weil es dadurch brüchig wird, und feine Risse bekommt.

Hr. Scoresby hat gefunden, dafs ein Magnetstab einen Stab von eigens bereitetem und gehärtetem Stahl sehr stark magnetisirte, wenn sich eine dünne Zinnplatte zwischen dem Magnet und dem Stahlstabe befand. Er magnetisirte auf diese Weise eine lange Reihe unmagnetischer Stäbe mit einem Hufeisenmagneten sehr stark. Hr. Babinet [1] legt einen Stab von weichem Eisen, welcher durch Induktion magnetisirt werden soll, und dessen Länge 4 bis 5 Centimeter, die Dicke 5 bis 6 Millimeter, die Breite 15 bis 20 Millimeter beträgt, so auf einen Tisch, dafs das eine Ende über die Kante hinausragt. Darauf legt er an das andere Ende in der Verlängerung des Stabes einen Magnetstab von nur 15 bis 20 Millimeter Länge an, und bringt dann von jeder Seite die Pole von 12 andern Magnetstäben an denselben Pol, so dafs auf ihn 25 Magnete wirken. Der Eisenstab nimmt hierdurch so starke Polarität an, dafs er zur Aufstellung der neuen Faraday-schen Versuche soll dienen können.

Die von Hrn. Elias [2] vorgeschlagene Methode zur Bereitung starker Stahlmagnete, welche darin besteht, dafs man den zu magnetisirenden Stab mehre Male durch eine kleine starke Induktionspirale führt, und den Strom unterbricht, wenn dieselbe die Indifferenzstelle des Magneten umgiebt, erklärt Hr. Böttger für die vortheilhafteste der bis jetzt bekannt gewordenen; er hat aber eine noch viel stärkere Wirkung gefunden, wenn man nicht eine einfache Spirale anwendet, sondern eine Bandspirale in Form eines ∞ windet, und dann beide Schenkel des Hufeisens gleichzeitig der magnetisirenden Wirkung aussetzt. Hr. Elias zieht die Vortheile, welche diese Methode darbieten soll, in Zweifel, da er mit seiner Methode schon Magnete darzustellen vermag, welche auch mit Rücksicht auf die früheren Versuche des Hrn. Häcker [3] wohl das Maximum von Tragkraft erreichen, welches man den Magneten zu geben im Stande ist. Die gröfsere Gleichförmigkeit, welche Hr. Böttger in der Kraft der beiden Schenkel der nach seiner Methode dargestellten Magnete beobachtet zu haben glaubte, greift Hr. Elias ebenfalls an, da er sich durch Versuche über-

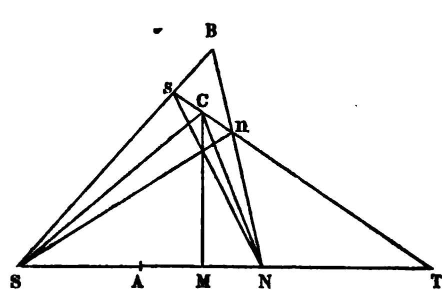
[1] C. R. XXII. 190; Pogg. Ann. LXIX. 428*; Inst. No. 631. p. 37.

[2] Pogg. Ann. LXII. 249*.

[3] Pogg. Ann. LVII. 321*.

zeugte, dafs auch seine Magnete eine fast vollkommene Gleichmäfsigkeit darboten. Endlich hält er auch die Anwendung der Bandspirale nicht für erforderlich, da in seinem Apparate der wesentliche Widerstand der Mitte dem aufserwesentlichen nahezu gleich ist, und also das Maximum der Stromintensität erreicht wird.

Hr. Towler will alle magnetische Erscheinungen in zwei Klassen bringen: in wesentliche und zufällige. Die Abhandlung, aus welcher nur eine kurze Notiz mitgetheilt ist, beschäftigt sich mit den ersteren, und stellt besonders den Satz auf: eine Hälfte des Magneten wirkt auf die andere wie auf unmagnetisches Eisen, so dafs eine Hälfte immer die andere magnetisirt. —



Das *Mechanics Magazine* enthält einen anonymen Artikel über die Bestimmung magnetischer Curven. Ist NS ein Magnet, ns eine kleine Magnetnadel oder ein Eisentheilchen, C dessen Schwerpunkt, A die Mitte des Magnets und der Anfangspunkt der Coordinaten, $AM = x$, $CM = y$; so zieht ϱ den Punkt n an und stöfst s ab, N zieht s an und stöfst n ab. Da sn sehr klein gegen SN ist, so können Ss und Sn gleich und parallel SC, und Ns und Nn gleich und parallel NC gedacht werden. Demnach wirken auf ns zwei Kräftepaare, deren Momente für den Fall des Gleichgewichtes gleich sein müssen, und deren Drehpunkt in C liegt. Die Aufgabe ist, die Gleichung einer Curve zu finden, deren Tangente ns in dieser Lage ist. Es sei $SA = NA = l$, $\angle SCs = \alpha$, $\angle NCn = \beta$, so ist $\operatorname{tang} CTN = -\frac{dy}{dx} \cdot \mu$ das Element der Richtungsveränderung, wenn μ die magnetische Kraft ist. Da sich aber die Kräfte umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen verhalten, so sind die Momente

$$\frac{\mu}{SC^2} \cdot Cs \cdot \sin CsB$$

und

$$\frac{\mu}{NC^2} \cdot Cn \cdot \sin CnB,$$

und da $Ss \ddagger SC$, $Ns \ddagger NC$ ist:

$$\frac{\mu}{SC^2} \cdot Cs \cdot \sin\alpha = \frac{\mu}{NC^2} \cdot Cn \sin\beta$$

oder

$$\frac{1}{SC^2} \sin\alpha = \frac{1}{SC^2} \sin\beta.$$

Da nun $\alpha = CST + CTN$ ist, so ist

$$\sin\alpha = \frac{y}{CS} \cdot \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2}} - \frac{l+x}{CS} \cdot \frac{\frac{dy}{dx}}{\sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2}},$$

ebenso

$$\sin\beta = \frac{y}{CN} \cdot \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2}} - \frac{l+x}{CN} \cdot \frac{\frac{dy}{dx}}{\sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2}},$$

Da aufserdem

$$SC^2 = y^2 + (l+x)^2, \quad NC^2 = y^2 + (l-x)^2$$

und

$$\frac{1}{SC^3}\left(y - (l+x)\frac{dy}{dx}\right) = \frac{1}{CN^3}\left(y + (l-x)\frac{dy}{dx}\right),$$

so ist:

$$\frac{y-(l+x)\frac{dy}{dx}}{((l+x)^2+y^2)^{\frac{3}{2}}} - \frac{y+(l-x)\frac{dy}{dx}}{((l-x)^2+y^2)^{\frac{3}{2}}} = 0.$$

Diese Gleichung mit y multiplicirt, und in die Form

$$\frac{\frac{y}{l+x}\left(\frac{(l+x)\frac{dy}{dx} - y}{(l+x)^2}\right)}{\left(1+\frac{y^2}{(l+x)^2}\right)^{\frac{3}{2}}} + \frac{\frac{y}{l-x}\left(\frac{(l-x)\frac{dy}{dx} + y}{(l-x)^2}\right)}{\left(1+\frac{y^2}{(l-x)^2}\right)^{\frac{3}{2}}} = 0$$

gebracht, giebt durch Integration

$$\frac{1}{\left(1+\frac{y^2}{(l+x)^2}\right)^{\frac{1}{2}}}+\frac{1}{\left(1+\frac{y^2}{(l-x)^2}\right)^{\frac{1}{2}}} = \text{Const.}$$

oder

$$\frac{l+x}{\sqrt{y^2+(l+x)^2}}+\frac{l-x}{\sqrt{y^2+(l-x)^2}} = \text{Const.}$$

also $\cos CSN + \cos CNS = \text{Const.}$, was demnach die Bedingung jener Curven wäre.

Hr. Hunt beobachtete den Einfluſs, welchen die Nähe eines Magneten auf die Krystallisation einer Substanz ausübt. Eine Lösung von salpetersaurem Silberoxyd wurde in zwei Röhren vertheilt; deren eine zwischen den Polen eines starken Hufeisenmagneten lag, die andere nicht. In der ersteren Röhre schritt die Krystallisation rascher vor, und hatte eine Richtung, welche durch die Lage der Pole bestimmt war. Dabei wurde durch Gegenversuche nachgewiesen, daſs diese Erscheinung nicht in der abkühlenden Wirkung des Magneten ihren Grund habe. Auch beobachtete man in der Flüssigkeit eine sehr regelmäſsige krummlinigte Bewegung, wenn dieselbe dem Einflusse des Magneten ausgesetzt war. Zwei Nähnadeln, deren eines Ende am Pole eines Magneten hing, tauchten mit dem anderen in die Flüssigkeit. Die Oberfläche der letzteren überzog sich mit einer Haut, deren Theilchen sich regelmäſsig um die Spitzen ordneten. Bei einem ähnlichen Versuch, zu welchem eine Eisenvitriollösung angewandt wurde, zeigte sich derselbe Erfolg, doch war die mit dem positiven Pole verbundene Nadel reichlicher von Krystallen umgeben. Dasselbe fand in einer Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul statt. Auf die Pole eines starken Elektromagneten wurde eine Platte gelegt, auf der sich eine Quecksilberoxydlösung befand. Es bildete sich eine Krystallisation, in regelmäſsigen Curven um die Pole. Auf eine solche Platte wurde ferner eine Lösung von salpetersaurem Silberoxyd gegossen, und schwefelsaures Eisenoxydul hinzugetröpfelt. Bald entstand ein Silberniederschlag, der ebenfalls jene Curvenbildung zeigte. Der

Verfasser schreibt alle diese Erscheinungen dem Einflusse zu, welchen der Magnetismus auf die Lagerung der Atome eines Körpers ausübt.

Die Artikel der Hrn. Borchers, Dunglas und Deut sind entweder bloſse Ankündigungen oder enthalten doch nichts Neues.

Dr. W. Beetz.

Nachtrag zur theoretischen Optik.[1]

Aberration des Lichtes.

Chr. Doppler. Ueber die bisherigen Erklärungsversuche des Aberrationsphänomens. Abh. d. Böhm. Ges. 5te F. III. 747*.

G. G. Stokes. On the aberration of light. Phil. mag. XXVII. 9*; Inst. No. 620. p. 407*.

— — On the constitution of the luminiferous aether, viewed with reference to the phaenomenon of the aberration of light. Phil. mag. XXIX. 6*.

J. Challis. Theoretical explanation of the aberration of light. Phil. mag. XXVII. 321*; Inst. No. 620. p. 407*.

G. G. Stokes. Remarks on prof. Challis theoretical explanation of the aberration of light. Phil. mag. XXVIII. 15*.

J. Challis. On the aberration of light in reply to M. Stokes. Phil. mag. XXVIII. 90*.

— — On the principles to be applied in explaining the aberration of light. Phil. mag. XXVIII. 176*.

G. G. Stokes. On the aberration of light. Phil. mag. XXVIII. 335*.

J. Challis. On the aberration of light. Phil. mag. XXVIII. 393*.

G. G. Stokes. On the aberration of light. Phil. mag. XXIX. 62*; Proc. of the Cambr. phil. soc.

B. Powell. Remarks on some points of the reasoning in the recent discussions on the theory of the aberration of light. Phil. mag. XXIX. 425*.

G. G. Stokes. On Fresnel's theory of the aberration of light. Phil. mag. XXVIII. 76*.

---

[1] Um den Druck des Jahresberichtes nicht zu verzögern, muſsten die folgenden vom Berichterstatter erst später eingesandten Artikel in diesem Berichte ausnahmsweise als Nachtrag aufgenommen werden. K.

Jamin. Mémoire sur la polarisation métallique. C. R. XXIII. 1103*; Inst. No. 676. p. 48*.

O'Brien. On the law of resistance of a medium to small vibratory motion; the mixture of prismatic colours; and the appearance of the prismatic spectrum when viewed through a plate of common blue glass of proper thickness. Phil. mag. XXVI. 114*.

— — On the laws of reflexion and refraction at the surfaces of substances of high refracting and absorbing powers such as metals. Phil. mag. XXVI. 287*.

A. Smith. On Fresnel's theory of double refraction. Phil. mag. XXVIII. 48*.

Moon. On Fresnel's theory of double refraction. Phil. mag. XXVIII. 134*.

Jesuiticus. Remarks on a paper by M. Moon on Fresnel's theory of double refraction. Phil. mag. XXVIII. 144*.

Potter. A reference to former contributions to the philosophical magazine on physical optics. Phil. mag. XXVIII. 212*.

Moon in reply to Jesuiticus. Phil. mag. XXVIII. 215*.

Observations on the subject in the preceeding communications by the editors of the Phil. mag. XVIII. 146*.

Chr. Doppler. Ueber eine vom Zerstreuungsvermögen des Fortpflanzungsmittels völlig unabhängige rotatorische Dispersion des Lichts nebst gelegentlichen Bemerkungen zur rotatorischen Brechung. Abh. d. Böhm. Ges. V. Folge IV. 508*.

— — Ueber eine Vorrichtung mittels deren sich jede noch so geringe Ablenkung eines Lichtstrahls von seiner gradlinigen Bahn wahrnehmen und messen läfst, nebst Hinweisung auf solche Fälle, wo eine derartige Ablenkung vielleicht Statt haben dürfte. Abh. d. Böhm. Ges. V. Folge IV. 514*.

— — Beiträge zur Fixsternkunde. 3 Abhandlungen. Abh. d. Böhm. Ges. V. Folge IV. 621*.

G. B. Airy. On the bands formed by the partial interception of the prismatic spectrum. Phil. mag. XXIX. 337*; Inst. No. 680. p. 15.

B. Powell. Note on the bands formed by partial interception in the prismatic spectrum. Phil. mag. XXIX. 474*; Inst. No. 668. p. 355*; Athen. f. 1846.

B. Powell. Ueber die Brechungsverhältnisse fester Linien in dem von verschiedenen Medien gebildeten Sonnenspektrum. Pogg. Ann. LXIX. 110*.

F. Minding. Ein neuer Ausdruck des Hauptsatzes der Dioptrik. Bull. de St. Pét. V. 113*; Pogg. Ann. LXX. 268*.

J. Müller. Prismatische Zerlegung der Interferenzfarben. Pogg. Ann. LXIX. 98*.

A. Erman. Bemerkungen zu J. Müller's optischen Versuchen. Pogg. Ann. LXIX. 417*.

J. Müller. Erwiederung auf Hrn. Erman's Bemerkungen. Pogg. Ann. LXX. 115*.

Chr. Doppler. Ueber eine wesentliche Verbesserung des katoptrischen Mikroskops. Abh. d. Böhm. Ges. V. Folge IV. 91*.

Olmsted. Expériences nouvelles sur le spectre solaire. Inst. No. 605. p. 283*; Sillim. J. 1845.

Hornstein. Ueber das Steinheil'sche Passage-Prisma. Schum. Astr. Nachr. XXIV. 93. 109*.

Baden Powell. Beobachtungen gewisser Fälle von eliptischer Polarisation des Lichts durch Reflexion. Pogg. Ergzgsbd. II. 285*; Phil. Trans. f. 1843. p. 35.

— — On the elliptic polarization of light by reflexion from metallic surfaces. Phil. Trans. f. 1845. p. 269*; Inst. No. 606. p. 290*. No. 635. p. 78*.

Dale. Polarisation éliptique. Inst. No. 670. p. 368*; Sillim. J. 1846. III. 262*; Athen. 1846.

Doppler. Bemerkungen zu meiner Theorie des farbigen Lichtes der Doppelsterne mit vorzüglicher Rücksicht auf die von Hrn. Dr. Ballot zu Utrecht dagegen erhobenen Bedenken. Pogg. Ann. LXVIII. 1*.

Faraday. Thoughts on ray-vibration. Phil. mag. XXVIII. 345*; Inst. No. 658. p. 274*.

Airy. Remarks on Dr. Faraday's paper ou ray-vibration. Phil. mag. XXVIII. 532*; Inst. No. 660. p. 290*; Arch. d. sc. ph. et nat. III. 224; Pogg. Ann. LXX. 272*.

— — On the äqations applying to light under the action of magnetism. Phil. mag. XXVIII. 469.

Die Aberration des Lichtes hat in der letzten Zeit mehrere Physiker beschäftigt. Zuerst hat Herr Doppler (Abh. d. Böhm. Ges. Fol. V. Band III. 747.) die schon früher hin und wieder erhobenen Einwendungen gegen die bestehenden Erklärungen der Erscheinung in Erinnerung gebracht und weiter ausgeführt, so wie neue Gegengründe geltend gemacht. Diese Gegengründe hier anzuführen, dürfte unnöthig sein, da die Unzulänglichkeit jener Erklärungen jetzt allgemein anerkannt ist. An die Aufzählung und Widerlegung der verschiedenen Erklärungsversuche knüpft Hr. Doppler eine Betrachtung, welche ihn geneigt macht, das Phänomen für unvereinbar mit der Undulationstheorie zu halten. Er zeigt nämlich, daſs beim Eintritt eines ebenen Wellensystems aus dem ruhenden Aether in den von der Erde in Bewegung gesetzten Theil desselben der Paralellismus der Wellen nicht gestört werde, weder wenn das Licht senkrecht auf die Trennungsfläche des ruhenden und bewegten Aethers einfällt, noch wenn

dasselbe in der Richtung der fortschreitenden Bewegung des Aethers eindringt; und schliefst daraus, dafs dasselbe auch bei schiefem Einfall statt finden werde — während zur Erklärung der Aberration doch eine Störung des Parallelismus erfordert werde.

Hiergegen läfst sich indefs mehreres einwenden. Einmal ist es nicht wahr, dafs das Licht in parallelen ebenen Wellen fortschreitet, wenn dasselbe in derjenigen Richtung in die bewegte Aetherschicht eindringt, in welcher sich die Erde fortbewegt, weil das voraussetzen würde, dafs in jeder der einfallenden Wellen-Ebene parallelen Ebene die fortschreitende Bewegung des Aethers normal gegen dieselbe gerichtet und für alle Punkte gleich grofs sei — was beides sicher nicht der Fall ist.

Zweitens würde, selbst wenn für zwei Strahlenrichtungen wirklich die Wellenebenen unter sich parallel blieben, für die Zwischenrichtungen nur unter ganz speciellen Voraussetzungen der Parallelismus der Wellenebenen bewahrt bleiben.

Drittens folgt aus dem Parallelbleiben der Wellenebenen noch nicht, dafs auch die Strahlen ihre Richtung behalten. Man darf zum Belege dafür z. B. nur an den Vorgang in doppelt-brechenden Mitteln denken. Fällt nämlich ein Strahl senkrecht auf die ebene Grenzfläche eines solchen, so bleiben nach der Brechung die Wellenebenen dieser Fläche parallel, obgleich der gebrochene Strahl im Allgemeinen eine schiefe Richtung annimmt — und ganz ebenso verhält es sich in dem von Hrn. Doppler betrachteten Falle mit dem Lichte im bewegten Aether. Um dies zu erkennen, denke man mit Hrn. Doppler die Trennungsfläche A des ruhenden und bewegten Aethers eben, und den letzteren in einer mit der Ebene A parallelen Richtung in fortschreitender Bewegung. Ferner denke man A zugleich als Wellenebene eines einfallenden Wellensystems und construire von den verschiedenen Punkten dieser Ebene aus Elementarwellen, bezeichnend den Ort, wohin die Bewegung dieser Punkte im Verlaufe einer Zeit t ankommt. Diese Elementarwellen würden Kugelflächen sein, und eine mit A parallele gemeinsame Berührungsebene B haben, wenn der Aether ruhte. In Folge der fortschreitenden Bewegung desselben bilden jedoch die Elementarwellen Flächen, welche aus den gedachten Kugelflächen dadurch hervorgehen, dafs deren Punkte

sich in der Richtung jener Bewegung um die Strecke verschieben, um welche die dort am Anfange der Zeit t befindlich gewesenen Aethertheilchen (oder vielmehr die Mittelpunkte ihrer Schwingungsbahnen) in der Zeit t fortgetrieben worden sind. Die Form derselben wird von dem Gesetze abhängen, nach welchem die Geschwindigkeit der fortschreitenden Bewegung sich mit dem Abstande von A ändert, aber es wird B immer noch ihre gemeinsame Berührungsebene, also die entsprechende Wellenebene (d. h. die Ebene, bis zu welcher die das Auge zu afficiren fähige Bewegung zu Ende der Zeit t angekommen ist) sein, nur dafs in derselben die Scheitel der elementaren Wellenflächen gegen den vorigen Fall um eine Strecke verschoben sind, welche sich zur Entfernung der Ebenen A und B verhält, wie die Fortschreitungsgeschwindigkeit in B zur Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts. Da nun die Lichtstrahlen durch die Linien bezeichnet werden, nach denen sich die Schwingungsbewegung fortpflanzt, so geht der Strahl, welcher durch den Mittelpunkt einer Elementarwelle geht, auch durch den Berührungspunkt der letzteren mit der Ebene B, und hat folglich eine gegen B geneigte Lage. Man hat es hier nicht mehr mit einem Falle zu thun, in welchem die Fortpflanzung der Schwingungsbewegung nach allen Richtungen hin gleich rasch geschieht, und die Strahlen daher senkrecht auf der Wellenebene stehen, sondern wie bei krystallinischen Mitteln mit einer nach verschiedenen Richtungen ungleichen (den entsprechenden Lichtstrahlen der Elementarwellen proportionalen) Fortpflanzungsgeschwindigkeit.

Eine mathematische Behandlung hat die Aberration erfahren durch Hrn. Stokes (*Phil. mag.* XXVII. p. 9.), und zwar wie folgt.

Es seien x, y, z die Coordinaten eines Punktes einer ebenen Welle, welche von einem Stern aus erregt worden ist; ferner seien u, v, w die mit den Coordinatenaxen parallelen Componenten der Geschwindigkeit des Aethers, also einer Geschwindigkeit, welche in der Nähe der Erdoberfläche wegen der verhältnifsmäfsig verschwindend kleinen Rotationsgeschwindigkeit der Erde, mit der fortschreitenden Geschwindigkeit der letzteren an Gröfse übereinstimmend gedacht werden darf. Uberdies stelle V die Fortpflanzungsgeschwindigkeit im ruhenden Aether vor, und die

Axe der z falle genau oder nahezu mit der Fortpflanzungsrichtung des Lichts zusammen. Alsdann läfst sich

$$1.\quad z = C + Vt + \zeta$$

setzen, wo C eine Constante, und ζ eine Funktion von x, y und t, etwa $f(x, y, t)$ vorstellt, die von sehr geringem Werthe ist. Zur Zeit $t + dt$ wird demnach näherungsweise für den entsprechenden Punkt der fortgeschrittenen Welle, dessen Coordinaten x', y', z' sein mögen,

$$2.\quad z' = C + Vt + \zeta + \left(V + \frac{d\zeta}{dt}\right) dt,$$

wo das ζ nunmehr für $f(x', y', t)$ steht.

Andrerseits ist, wenn α, β, γ die Winkel zwischen der Normale der zu (1.) gehörigen Wellenebene bedeuten, wegen

$$x' = x + (u + V\cos\alpha) dt,$$
$$y' = y + (v + V\cos\beta) dt,$$
$$z' = z + (w + V\cos\gamma) dt,$$
$$z' = C + Vt + f(x' - [u + V\cos\alpha]) dt, y' - ([v + V\cos\beta] dt, t) + (w + V\cos\gamma) dt,$$

oder weil $\cos\gamma$ nahe gleich Eins ist, wenn man die höheren Potenzen von dt vernachlässigt,

$$3.\quad z' = C + Vt + \zeta + (w + V) dt.$$

Die Vergleichung von (2.) und (3.) führt dann auf $w = \frac{dz}{dt}$, also auf $\zeta = \int w\,dt$, oder da nahe $V = \frac{dz}{dt}$ ist, auf

$$\zeta = \frac{1}{V} \int w\,dz.$$

Da ferner näherungsweise $\cos\alpha = -\frac{d\zeta}{dx}$, $\cos\beta = -\frac{d\zeta}{dy}$ ist, so erhält man als erste Näherung

$$\alpha - \tfrac{1}{2}\pi = \frac{1}{V} \int \frac{dw}{dx} dz, \quad \beta - \tfrac{1}{2}\pi = \frac{1}{V} \int \frac{dw}{dy} dz,$$

und folglich, wenn man die Voraussetzung macht, dafs

$$4.\quad u\,dx + v\,dy + w\,dz$$

ein genaues Differenzial, also $\frac{dw}{dx} = \frac{du}{dz}$ und $\frac{dw}{dy} = \frac{dv}{dz}$ ist, und wenn durch die Indices 1. und 2. die Werthe an der ersten und zweiten Grenze bezeichnet werden

$$5. \quad \alpha_2 - \alpha_1 = \frac{u_2 - u_1}{V}, \quad \beta_2 - \beta_1 = \frac{v_2 - v_1}{V}.$$

Wenn die Bedingung, dafs $udx + vdy + wdz$ ein vollständiges Differenzial ist, für eine Lage der Coordinatenaxen erfüllt ist, so ist das auch bei jeder anderen Lage derselben der Fall, und das in (5.) ausgesprochene Gesetz gilt daher unter dieser Voraussetzung für jede Richtung der Lichtstrahlen. Entspricht die erste Grenze der Integration einem Punkte, wo die Bewegung der Erde nicht mehr merklich auf den Aether wirkt, und die zweite Grenze einem Punkte, wo die Bewegung des Aethers die fortschreitende Geschwindigkeit der Erde angenommen hat, und denkt man die Ebene der xz mit der Richtung der letzteren parallel, so hat man $u_1 = v_1 = v_2 = 0$, und die Gleichungen (5.) liefern

$$\alpha_2 - \alpha_1 = \frac{u_2}{V}, \quad \beta_2 - \beta_1 = 0,$$

und sprechen also das durch die Erfahrung gewonnene Aberrationsgesetz aus.

Dafs die Aberration den Planeten, bei welcher noch die von diesen Himmelskörpern erregte fortschreitende Bewegung des Aethers am Anfangstheil des Strahls ins Spiel tritt, nicht wahrnehmbar von der der Fixsterne abweicht, hat darin seinen Grund, dafs die aberrative Ablenkung am Planeten den Ort des letzteren um eine Strecke verschiebt, welche von der Erde aus betrachtet wegen der grofsen Entfernung unter einem zu kleinen Gesichtswinkel erscheint. Selbst beim Monde, wenn dessen Bewegung bis in eine seinem Durchmesser gleich kommende Entfernung auf den Aether wirkt, würde die Berücksichtigung jenes Antheils der Aberration nur etwa $\frac{1}{17}$ Sekunde betragen.

Die Annahme, dafs der Ausdruck (4.) ein vollständiges Differenzial sei, hat der Verfasser in einem besondern Aufsatze (*Phil. mag.* XXIX. p. 6.) zu motiviren gesucht, und zwar in folgender Weise.

Die transversalen Aetherschwungen pflanzen sich mit einer Geschwindigkeit fort, welche die der fortschreitenden Bewegung der Erde 10000mal übertrifft, und noch gröfser ist den theoretischen Untersuchungen zufolge die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der longitudinalen Aetherschwingungen. Man wird daher den

Aether in Bezug auf die ihm von der Erde mitgetheilte Bewegung als eine unzusammendrückbare Flüssigkeit betrachten können. Die drei ersten Integrale der von Cauchy aufgestellten hydrodynamischen Gleichungen führen aber auf den Schlufs, dafs der Ausdruck (4.) ein vollständiges Differenzial wird für die Bewegung, in welche eine unzusammendrückbare Flüssigkeit durch die Bewegung eines festen Körpers versetzt wird; folglich wird das Gleiche auch für die von der Erde herrührende Bewegung des Aethers für den Fall, dafs die Atmosphäre keinen Einflufs ausübt, eintreten. Die hydrodynamischen Formeln beziehen sich zwar nur auf den ersten Moment nach der Störung des Gleichgewichts, indem sich aus ihnen folgern läfst, dafs sogleich wieder Ruhe eintreten würde, sobald der feste Körper sich zu bewegen aufhört. Für die ganze Dauer der Bewegung würde also jene Folgerung ohne Weiteres nur gezogen werden dürfen, wenn dieselbe der Art ist, dafs die in einem Momente erregte Bewegung im nächsten Momente wieder verschwunden ist. Dies dürfte aber gerade beim Aether angenommen werden können, da sich jede hervorgerufene Bewegung in demselben sogleich mit der Geschwindigkeit des Lichts fortpflanzt, und somit am Ende jedes noch so kleinen Zeitmomentes der noch aus den frühern Momenten herstammende Theil der Bewegung sofort als verschwunden betrachtet werden darf.

Es ist demnach nur noch die Frage zu erörtern, ob der in Rede stehende Ausdruck ein vollständiges Differenzial bleiben werde, wenn die Wirkung der Erdatmosphäre hinzukommt. Da man aber über die gegenseitige Wirkung der Luft und des Aethers zu wenig weifs, um darauf sichere Schlüsse gründen zu können, so führt der Verfasser nur an, wie man durch eben nicht unwahrscheinliche Voraussetzungen über den Vorgang in der That zu dem gewünschten Resultate kommen könne. Er sagt nämlich: Sind im Aether unverhältnifsmäfsig wenig Lufttheilchen vorhanden, und bewegen sich diese mit einer gegen die Lichtgeschwindigkeit sehr geringen Geschwindigkeit, so wird nach wie vor (4.) ein vollständiges Differenzial bleiben; und stehen die Lufttheilchen sehr dicht, so werden sie den zwischen ihnen liegenden Aethertheilchen ihre Geschwindigkeit ganz oder zum allergröfsten Theil

mittheilen, und es wird auch dann noch die Bedingung, daſs (4.) ein vollständiges Differenzial sei, erfüllt sein können.

Eine Erklärung des Aberrationsphänomens ist ferner von Hrn. Challis (*Phil. mag.* XXVII. 321.) mitgetheilt worden. Dieselbe hat zu einem Streite mit Hrn. Stokes (ibid. XXVIII. 15, 90, 176, 335, 393 und XXIX. 6.) geführt, welcher sich zum Theil um das Erklärungsprincip, zum Theil um einige Punkte der mathematischen Erörterung dreht, und welcher Hrn. Baden Powell veranlaſste, (*Phil. mag.* XXIX. p. 425.) um die gegenseitigen Miſsverständnisse aufzuhellen, die Beziehungen der Challis'schen Erklärungsweise zu den ältern Erklärungen hervorzuheben.

Nach der von Hrn. Challis aufgestellten Ansicht läſst sich die Aberrations-Erscheinung unabhängig von jeder Hypothese über die Natur des Lichts erklären, da dieselbe mit Nothwendigkeit aus der geradlinigen Fortpflanzung des Lichts und dem Verhältniſs der Erd- und Licht-Geschwindigkeit hervorgehe. Seine Erläuterung, welche das darthun soll, unterscheidet sich von der bekannten Erklärung, welche in der Emanations-Theorie gegeben wird, dem Wesen nach nur dadurch, daſs die Ausdrücke vermieden werden, welche direkt an diese Theorie erinnern. Er setzt also voraus, daſs die Bewegung der Erde keine Abweichung der Strahlen von der geraden Linie zur Folge habe — mithin eine Erscheinung, die doch selber erst einer Erklärung bedarf. Herr Challis meint aber, die Herleitung der Erscheinung, daſs die Geradlinigkeit der Lichtfortschreitung nicht durch die Erdbewegung leide, aus einer Annahme über die Natur des Lichts, habe nichts mit der Erklärung der Aberration zu thun, sondern sei Sache derer, welche die Brauchbarkeit einer Lichthypothese nachweisen wollen. Jede Hypothese sei falsch, welche nicht auf jene ungestörte Geradlinigkeit führe.

Bei dem Streite zwischen den Hrn. Challis und Stokes, so wie auch in den Auseinandersetzungen des Hrn. Baden Powell ist der folgende entscheidende Punkt unbeachtet geblieben.

Die Erklärung des Hrn. Challis beruht auf der stillschweigenden Annahme, daſs die Lichtstrahlen Richtungen seien, in denen sich Etwas fortbewegt (wie dies nach der Emissionstheorie der Fall sein soll). Hätte er sich die Strahlen dagegen als Richtun-

gen gedacht, in denen sich Bewegungen fortpflanzen (entsprechend den Vorstellungen der Wellentheorie), so hätte er ebenso gut auf den entgegengesetzten Schlufs kommen können, nämlich, dafs jede Theorie falsch sei, nach welcher die Strahlenrichtung durch die Erdbewegung unafficirt bleibt. Es ist eine Erklärung der Aberration unmöglich ohne eine bestimmte Vorstellung von den Lichtstrahlen, und mithin auch unmöglich ohne eine bestimmte Vorstellung über die Natur des Licht.

Dennoch ist Hr. Challis überzeugt, seine Erklärung lasse sich der Undulationstheorie anpassen, und um dies zu zeigen, schliefst er eine mathematische Deduktion an, aus der hervorgehen soll, dafs die Aberration dieselbe bleiben würde, welche Bewegung man dem Aether in der Wirkungssphäre der Erde auch beilegen möge. Diesen Schlufs zieht er daraus, dafs man seiner Rechnung zufolge für die Aberration das durch die Erfahrung gefundene Maafs erhalte, wenn man den Aether so bewegt annimmt, wie er es in seiner Demonstration gethan hat, während andrerseits für die Aberration dasselbe Gesetz sich ergebe, wenn man voraussetze, dafs der Aether durch die Erde in gar keine Bewegung versetzt werde. Aber seiner Demonstration liegen ganz specielle Voraussetzungen zum Grunde, nämlich, dafs an der Erdoberfläche die fortschreitende Geschwindigkeit des Aethers mit der der Erde übereinstimme, und dafs diese Geschwindigkeit mit zunehmender Entfernung von der Erde, genommen in der Richtung, in welcher sich diese in ihrer Bahn bewegt, abnehme; man sieht daher nicht, warum auch unter anderen Voraussetzungen über die Fortbewegung des Aethers das Resultat dasselbe bleiben soll, z. B. wenn dessen Geschwindigkeit an der Erd-Oberfläche nicht genau der Erdgeschwindigkeit gleich ist, oder wenn, wie es doch naturgemäfs scheint, gleichzeitig in anderen Richtungen, als der bezeichneten, die Geschwindigkeit allmählig abnimmt. Uebrigens ist zu bemerken, dafs Hr. Challis dabei die (meiner obigen Auseinandersetzung nach ungerechtfertigte) Voraussetzung macht, die Strahlenrichtung bleibe immer senkrecht zur Wellenebene, und dafs er Drehungen der Wellen-Ebenen zuläfst, was gegen die von ihm anfangs zu Grunde gelegte Ansicht, das Licht

komme in gerader Linie vom Sterne zum Auge, zu sprechen scheint.

In Beziehung zur Aberrationstheorie steht endlich ein Aufsatz des Hrn. STOKES (*Phil. mag.* XXVIII. 76.). Derselbe bespricht die FRESNEL'sche Ansicht über die Einwirkung der Erdbewegung auf den Aether, nach welcher der letztere (behufs der Erklärung der Aberration) die Erde frei durchfliefsend von deren Bewegung unafficirt gedacht wird, und nach welcher in brechenden Mitteln nur ein Theil des darin enthaltenen Aethers sich mit dem Mittel fortbewegt, während der andere Theil unabhängig von der Erdbewegung verbleibt. Bei der Voraussetzung nämlich, dafs die Elasticitätskraft des Aethers in allen Medien dieselbe sein, mufs die Dichtigkeit desselben in einem Mittel vom Brechungsverhältnisse μ, gleich μ^2 sein, wenn seine Dichtigkeit im leeren Raum zur Einheit genommen wird. Die Massen des bewegten und ruhenden Aethers in einem solchen Mittel verhalten sich alsdann nach der FRESNEL'schen Ansicht, wie $\mu^2-1:1$. Dafs nun diese Ansicht nicht im Widerspruche stehe mit der Erfahrung, dafs die Gesetze der Reflexion und Refraction in einfach brechenden Mitteln von der Erdbewegung unabhängig sind, beweist Hr. STOKES hier auf mathematischem Wege, ohne indefs die Meinung damit aussprechen zu wollen, dafs er jene Ansicht wegen der Uebereinstimmung ihrer Consequenzen mit der Erfahrung billige. — Ferner zeigt er, dafs auch ein von BABINET [1] angestellter Versuch, welcher gegen die FRESNEL'sche Theorie zu sprechen scheint, mit derselben in vollem Einklange stehe, nämlich der Versuch, nach welchem die Interferrenzstreifen, herrührend von Lichtbündeln, die durch zwei Glasplatten gegangen sind, sich durchaus nicht verschieben, wenn das eine Lichtbündel durch die eine Platte in der Richtung der Erdbewegung, der andere Lichtbündel durch die zweite Platte in entgegengesetzter Richtung hindurchgeleitet worden ist.

Hr. JAMIN bemerkt in einer spätern Abhandlung, welche denselben Gegenstand wie einige frühere Arbeiten desselben Verfas-

[1] C. R. IX. p. 774.

sers behandelt [1], dafs seine empirische Formel für den Phasounterschied von der theoretischen Formel CAUCHY's (die erst nach der Ueberreichung des ersten Memoire's öffentlich bekannt geworden war, zwar wesentlich abweiche, aber nahe dieselben numerischen Resultate gebe. Aufserdem theilt der Verfasser darin eine Reihe von Beobachtungen über die Intensität des unter verschiedenen Winkeln an Stahl und Spiegelmetall reflektirten Lichts mit, welche mit den entsprechenden berechneten Werthen eine grofse Uebereinstimmung zeigen. Ferner eine Reihe von Beobachtungen über das Polarisations-Azimuth des Einfallslichtes, bei welchem nach der Reflexion das Azimuth der Axen der elliptischen Schwingungsbahn 45° beträgt — zur Bestätigung des Gesetzes, dafs die Tangente jenes Azimuthes der Quadratwurzel aus dem Quotienten aus der Intensität des reflektirten Lichts, welches nach der Einfalls-Ebene, und der Intensität desjenigen, welches senkrecht gegen die Einfallsebene galvanisirt ist, gleich kommt.

In dem ersten Theile des oben citirten ersten Aufsatzes von Hrn. O'BRIEN zeigt derselbe, dafs der Widerstand des Mittels, welchen in sehr kleinen Amplituden schwingende Körper erfahren, als eine lineare Funktion der Geschwindigkeit und ihrer Differenzial-Coëfficienten angenommen werden müsse, wenn folgende für Pendelschwingungen, deren Amplitude nicht gröfser als 40 Min. ist, gewonnene Erfahrungen als gültige Grundlage angenommen werden:

1. Dafs die auf einander folgenden Schwingungsweiten eine geometrische Progression bilden.
2. Dafs das Pendel, so zu sagen, einen Theil seines Gewichts durch den Widerstand des Mittels verliere — abgesehen von dem aërostatischen Gewichtsverlust.

Der Verfasser geht bei der Entwickelung von der Voraussetzung aus, die den Widerstand repräsentirende Funktion habe die Form

$$P_m + P_{m'} + {}_{m''} + \ldots$$

[1] S. oben p. 158.

wo P_m, $P_{m'}$, $P_{m''}$ etc. algebraische ganze Funktionen der Geschwindigkeit und ihrer Differenzial-Coëfficienten, resp. von der $m$ten, m'ten, m''ten etc. Dimension bezeichnen und die Dimensionen steigend geordnet zu decken sein.

Aus dem ersten der obigen Gesetze folgert er dann, daſs P_m, insofern solches ein Näherungswerth des Widerstandes für kleine Schwingungen sei, von der ersten Dimension sein müsse. Demzufolge, unter Voraussetzung sehr kleiner Schwingungen den Widerstand

$$R = C_1 \frac{d\theta}{dt} + C_2 \frac{d^2\theta}{dt^2} + C_3 \frac{d^3\theta}{dt^3} + \ldots .$$

setzend (unter θ den Abweichungswinkel des Pendels von der Vertikalen verstanden) und als erste Näherung $\theta = -\alpha \cos nt$ nehmend — wo α die erste Amplitude und $n^2 = \frac{g}{l}$ ist, während g die Schwere und l die Pendellänge vorstellt — ergiebt sich

$$R = p\frac{d\theta}{dt} - qn^2\theta,$$

wofern

$$p = C_1 - C_3 n^2 + C_5 n^4 - \ldots, \quad q = C_2 - C_4 n^2 + C_6 n^4 - \ldots .$$

gedacht wird. Die bekannte Pendelgleichung giebt dann nach der Substitution dieses Ausdrucks für R,

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + p\frac{d\theta}{dt} + \frac{g(1-q)}{l}\theta = 0.$$

Daſs hier das Glied $\frac{g(1-q)}{l}\theta$ erscheint, während bei Vernachlässigung des Widerstandes an dessen Statt $\frac{g}{l}\theta$ treten würde, führt zu dem Schlusse, daſs das Pendel durch den Widerstand des Mittels den $q$ten Theil seines Gewicht verliert. Enthielte nun R nicht Differenzial-Coëfficienten der Geschwindigkeit, so würde $q = 0$ sein, also im Widerspruche mit dem zweiten der obigen Gesetze ein Gewichtsverlust nicht eintreten.

Im zweiten Theile wird für die Erscheinung, daſs durch Mischung prismatischer Farben wiederum eine einfache prismatische Farbe entstehe, folgende Erklärung gegeben.

Sind $a \cos 2\pi n t$ und $a \cos 2\pi n' t$ die Schwingungsformeln für zwei Farben, deren Schwingungszahlen für die Sekunde resp. n und n' sind, so erhält man für die Gesammtbewegung

$$a \cos 2\pi n t + a \cos 2 n \pi t,$$

d. h.
$$\left(2a \cos 2\pi \frac{n'-n}{2} t\right) \cos 2\pi \frac{n'+n}{2} t.$$

Betrachtet man nun hier den ersten Faktor als constant, so würde diese Formel einer einfachen Farbe zugehören, deren Schwingungszahl $\frac{n'+n}{2}$ ist, also zwischen n und n' liegt. Es würde demnach z. B. aus der Mischung von gelbem und blauem Lichte ein einfaches Grün hervorgehen. — Und betrachtet man den ersten Faktor in seiner Veränderlichkeit, so tritt die angegebene Mischfarbe gleichfalls auf. Denn: 1) ist die Periode desselben von zu grofser Dauer, um einen Einflufs auf die Farbe zu üben, da, wenn n' und n am stärksten von einander abweichen, $\frac{n'-n}{2}$ höchstens dem dritten oder vierten Theile der Schwingungszahl des äufsersten noch sichtbaren Roth gleich kommt, und der Faktor kann also nur die Intensität der Mischfarbe periodisch veränderlich machen; und andrerseits ist: 2) die Periode von zu kleiner Dauer, um diese Veränderlichkeit der Intensität bemerkbar zu machen.

Im dritten Theile der Abhandlung wird endlich eine Erklärung für die Eigenthümlichkeit des Spektrums versucht, welches das gewöhnliche blaue Glas liefert, und zwar namentlich dafür, dafs in demselben zwei durch einen dunklen Raum getrennte rothe Stellen von gleichem Farbenton erscheinen, und dafs dem inneren Roth sich fast unmittelbar das Gelb anschliefst, Hr. O'Brien stützt sich dabei auf eine früher von ihm (*Phil. mag.* XXV. p. 528) entwickelte Formel, welche für das Brechungsverhältnifs μ eine Gleichung von der Form

$$\mu^2 = A_1 - A_2 n^2 + A_4 n^4 + \dots$$

giebt, wenn $\frac{2\pi}{n}$ die Schwingungszeit vorstellt. — Hiernach nehme das Brechungsverhältnifs mit abnehmender Schwingungsdauer nicht ununterbrochen zu, und man könne sich daher z. B. vorstellen, dafs die rothen Strahlen, welche den innern rothen Theil im

Spektrum des blauen Glases bilden, während des Abnehmens der Schwingungsdauer dieselbe Reihe von Brechungsverhältnissen durchlaufe, wie die (einem weiteren Abnehmen der Schwingungsdauer entsprechenden) orangen Strahlen — nur in umgekehrter Ordnung, und dafs erst mit dem Beginne des Gelb das Brechungsverhältnifs das des äufsersten inneren Roth wieder übersteige. Wenn man daher dabei voraussetze, dafs das blaue Glas die orangen Strahlen absorbirt, so trete das bei vollständigen Spektren von diesen überdeckte Roth wieder rein hervor und schliefse sich nahe dem reinen Gelb an.

In der zweiten Abhandlung giebt Hr. O'Brien den Beweis für die von ihm schon früher mitgetheilten Formeln über den Schwingungszustand in reflektirtem und gebrochenem Lichte, und zeigt zugleich die einfachste Methode, die Richtigkeit derselben durch Versuche zu prüfen.

Diese Formeln, welche auch für die Reflexion an stark brechenden Flächen und an Metallen gelten, sind folgende:

Wenn die Schwingungen im Einfallslichte senkrecht gegen die Einfallsebene geschehen und vorgestellt sind durch den Ausdruck

$$1.\quad a\cos[nt-k(px+sz)],$$

so sind die Schwingungen im reflektirten und gebrochenen Lichte resp. durch

$$2.\quad -Pa\cos[nt-k(px-sz)-\theta]$$

$$3.\quad ae^{-k\chi z}(\cos[nt-k(px+\sigma z)]-P\cos[nt-k(px+\sigma z)-\theta])$$

vorgestellt.

Geschehen die Schwingungen der Einfallsebene parallel, und richten sie sich im Einfallslichte nach der Formel

$$4.\quad b\cos[nt-k(px+sz)],$$

so bestimmen sich die Schwingungen im reflektirten und gebrochenen Lichte resp. durch

$$5.\quad PQb\cos[nt-k(px-sz)-\theta-c]$$

$$6.\quad Kbe^{-k\chi z}(\cos[nt-k(px+\sigma z)+k] + PQ\cos[nt-k(px+\sigma z)+k-\theta-i)].$$

Die brechende Fläche ist hier als Ebene der xy, die Ein-

fallsebene als Ebene der xz zu nehmen und den angewandten Buchstaben folgende Bedeutung unterzulegen.

Es bedeutet p den Sinus und s den Cosinus des Einfallswinkels φ; σ, χ, P und θ bestimmen sich aus der Gleichstellung der reellen und imaginären Theile der Gleichungen

$$(\sigma-\chi\sqrt{-1})+p^2=\frac{B}{B'}\left(1+\frac{C'}{n}\sqrt{-1}\right),$$
$$s^2\left(\frac{1+Pe^{-\theta\sqrt{-1}}}{1-Pe^{-\theta\sqrt{-1}}}\right)^2+p^2=\frac{B'}{B}\left(1-\frac{C'}{n}\sqrt{-1}\right);$$

B, B' und C' sind Constanten, welche in die Bewegungsgleichungen des Aethers eingehen, und zwar ist B unabhängig von der Farbe, während B' und C' mit der Farbe variiren und durch die Gleichungen

$$B'=\frac{B}{1+C_2-C_4n^2+C_6n^4\ldots\ldots},\quad C'=\frac{C_1-C_3n^2+C_5n^4\ldots\ldots}{1+C_2-C_4n^2+C_6n^4\ldots\ldots}$$

gegeben sind — unter B, C_1, C_2, C_3, ... Constanten verstanden, welche allein von der Constitution des Aethers und des brechenden Körpers abhängen, und unter $\frac{2\pi}{n}$ die Schwingungsdauer. Ferner sind Q, ι, k und $\varkappa$ durch die Gleichungen

$$7.\quad\left\{\begin{aligned}&\frac{1}{K^2e^{2\varkappa\sqrt{-1}}}=\frac{B'}{B}\left(1-\frac{C'}{n}\sqrt{-1}\right)\\&U^2+2pU\sqrt{-1}=\frac{B}{B'}\left(1-\frac{C'}{n}\sqrt{-1}\right)\\&U^2=\frac{A'B}{AB'}\cdot\frac{Qe^{-\iota\sqrt{-1}}-e^{2\varphi\sqrt{-1}}}{1-Qc^{-\iota\sqrt{-1}}e^{2\varphi\sqrt{-1}}}\end{aligned}\right.$$

bestimmt, wo A und A' Constanten sind, welche sich ebenso auf die longitudinalen Schwingungen beziehen, wie B und B' auf die transversalen.

Um nun eine Gleichung zu gewinnen, an welcher auf eine leichte Weise die Richtigkeit jener Formeln geprüft werden kann, wird bemerkt, daſs nach den Gleichungen (1.) und (4.) das Azimuth der Polarisationsebene des Einfallslichtes arc. tang $\frac{b}{a}$ ist, daſs ferner in Folge der Gleichungen (2.) und (5.), in welchen ι den Phasenunterschied der beiden Componenten des reflektirten Lich-

tes bezeichnet, nach $m$maliger Reflexion unter demselben Einfallswinkel an Flächen von derselben Substanz, diese Componenten

$$(-P)^m a \cos[nt-k(px+sz]-\theta]$$
$$(PQ)^m b \cos[nt-k(px+sz)-m\theta-m\iota]$$

werden, und daher, wenn nach der $m$ten Reflexion die geradlinige Polarisation hergestellt ist, das zugehörige Azimuth der Polarisationsebene

$$\text{arc tang}\left(Q^m \cdot \frac{b}{a}\right)$$

sein mufs. Es läfst sich also Q durch Beobachtung aus dem Azimuth der Polarisationsebene des Einfallslichtes und der Reflexionenzahl m ermitteln.

Hierbei möge man der Bequemlichkeit halber, und um die Brewster'schen Messungen benutzen zu können, $\text{arc tang}\,\frac{b}{a} = 45$, also $b = a$ annehmeu.

Da bei geradliniger Polarisation des reflektirten Lichtes $m\iota = 180$ sein wird, so hat man, jenachdem diese durch eine 2, 3, 4.... analoge Reflexion hergestellt wird, $\iota = 90$, $\iota = 60$, $\iota = 45$...., und man ist also leicht im Stande, eine Reihe zusammengehöriger Werthe von φ, ι, Q aus Beobachtungen zu gewinnen.

Bringt man ferner das obige U^2 in die Form $c^2(\alpha+\beta\sqrt{-1})$, wo $c^2 = \frac{A'B}{AB'}$, ist, so findet man für jede zusammengehörigen Werthe von φ, ι und Q das entsprechende α und β; und sind α', β', p' und α'', β'', p'' zwei Systeme von Werthen von α, β, p, so ergiebt sich durch Substitution von $c^2(\alpha'+\beta'\sqrt{-1})^2$ und $c^2\ \alpha''+\beta''\sqrt{-1})^2$ für U^2 in (7.)

$$c^2(\alpha'+\beta'\sqrt{-1})^2+2p'c(\alpha'\sqrt{-1}-\beta')$$
$$= c^2(\alpha''+\beta''\sqrt{-1})^2+2p''c(\alpha''\sqrt{-1}-\beta'')$$

folglich

$$c^2(\alpha'^2-\beta'^2)-2p'\beta'c = c^2(\alpha''^2-\beta''^2)-2p''\beta''c,$$
$$c^2\alpha'\beta'+p'\alpha'c = c^2\alpha''\beta''+p''\alpha''c$$

und mithin

$$c = 2\frac{p'\beta'-p''\beta''}{\alpha'^2-\beta'^2-\alpha''^2+\beta''^2} = \frac{p''\alpha''-p'\alpha'}{\alpha'\beta'-\alpha''\beta''}.$$

Ist hiermit c und folglich U bekannt, so gewinnt man aus

(7.) die Werthe von $\frac{B}{B'}$ und $\frac{C'}{n}$, und es reichen demnach zwei Beobachtungen aus, welche zusammengehörige Werthe von Q, ι und φ liefern, um sämmtlich Constanten in den Gleichungen (2. 3. 5. 6.) zu bestimmen.

Findet sich die Bedingungsgleichung

$$\frac{p'\beta'-p''\beta''}{\alpha'^2-\beta'^2-\alpha''^2+\beta''^2}=\frac{p''\alpha''-p'\alpha'}{\alpha'\beta' \quad \alpha''\beta''}$$

erfüllt, und liefern diese beiden Quotienten einen constanten Werth für jedes System von Werthen von Q, ι und φ, so giebt das schon ein wichtiges Zeugnifs für die Richtigkeit der Theorie ab.

Hr. Archibald Smith bemerkt in der oben angezogenen Note, in Bezug auf zwei Stellen eines von ihm herrührenden Artikels im 1ten Bande des *Cambr. Math. Journal,* auf deren eine sich Moon bei seinem Versuche, die Fresnel'sche Theorie der doppelten Brechung als unhaltbar darzustellen, berufen hat, — dafs dieselben in der zweiten Ausgabe jenes Journals berichtigt worden seien.

Hr. Moon setzt seine Versuche fort, dem Publikum über die Ungereimtheiten der Fresnel'schen Lichttheorie die Augen zu öffnen [1]. Erstens unternimmt er zu zeigen, dafs die Bewegung der aus ihrer Gleichgewichtslage getriebenen Aethertheilchen (welche von der einfachsten Art sei) von Fresnel durchaus falsch angegeben werde, und insbesondere: dafs diese Bewegung sich zwar in lineare Schwingungen zerlegen lasse, die den beiden Axen der Figur parallel sind, in denen die Wellenebene die Elasticitätsfläche schneidet, dafs aber die unzerlegte Bewegung anders wirke, wie die beiden Componenten, wenn die ihnen entsprechenden Bewegungen den Theilchen mitgetheilt worden seien. Zweitens sucht er darzulegen, dafs nach Fresnel's eigenen Voraussetzungen eine Fortpflanzung der Schwingungsbewegungen unmöglich sei.

Es wird hinreichen, hier auf die Fehler hinzudeuten, durch welche der Verfasser auf die genannten Schlüsse gekommen ist,

[1] S. Berl. Ber. I. 164.

um zu verhüten, daſs die mit den Fresnel'schen Arbeiten weniger vertrauten Leser durch jenen Aufsatz irre geleitet werden.

Bei der Discussion des ersten Punktes verwechselt Hr. Moon erstlich die Coordinaten der Verschiebungen der Moleküle mit den Coordinaten der ursprünglichen Lage der letzteren; und alsdann vermengt er den Fall, wo ein einzelnes Theilchen verschoben wird, mit dem Falle, wo alle in einer ganzen Ebene liegende Theilchen eine gemeinsame Verschiebung erfahren. Die letzte Vermischung allein erklärt schon genügend, wie er auf den widersinnigen Schluſs kommen konnte, daſs eine Kraft eine andere Wirkung haben könne, wie ihre Componenten.

Die zweite Behauptung wird auf einen Satz gestützt, den, wie es dort heiſst, Fresnel bei seinem Beweise von der Existenz von Elasticitätsaxen angewendet habe — nämlich auf den Satz, daſs die Lagenänderung der Moleküle, welche ein sich verschiebendes Aethertheilchen umgeben, die Kräfte nicht ändern, welche auf letzteres wirken. In Fresnel's Schriften findet sich indeſs ein solcher Satz nicht, und es scheint, als ob Hr. Moon glaubt, daſs derselbe indirekt dadurch ausgesprochen sei, daſs dort bei der Bestimmung der Lage der Elasticitätsaxen und der Fortpflanzungsgeschwindigkeit die umliegenden Theilchen in ihrer Gleichgewichtslage gedacht werden. In der That spricht Fresnel ausdrücklich nur von derjenigen Elasticitätskraft, welche durch eine Verschiebung in einem sich im Gleichgewichte befindenden Systeme von materiellen Punkten erregt wird, und es gelten daher in Wahrheit die Resultate zunächst nur für den ersten Moment der Bewegung. Dies schlieſst aber noch keinesweges eine Rückwirkung der Verschiebungen der umliegenden Theilchen in den auf die Störung des Gleichgewichts folgenden Momenten aus, und es hätte Fresnel nur der Vorwurf gemacht werden können, daſs er nachzuweisen versäumt habe, daſs in den spätern Momenten nichts an der Lage der Elasticitätsaxen und an der Fortpflanzungsgeschwindigkeit geändert werde. Daſs aber in der That die allgemeinen Resultate dieselben bleiben, wenn jene Verschiebungen der umliegenden Theilchen berücksichtigt werden, hätte

Hr. Moon z. B. aus den entsprechenden Cauchy'schen Entwicklungen ersehen können.

Der oben angeführte von einem Anonymus unter dem Namen Jesuiticus geschriebene Artikel enthält aufser einem Angriff auf eine Stelle des citirten Moon'schen Aufsatzes (über den im ersten Jahrgange schon berichtet worden ist) eine allgemeine Vertheidigung der Undulationstheorie, bei der unter andern auf Hamilton's Entdeckung der konischen und cylindrischen Brechung und auf Green's Abhandlung über die Reflexion und Brechung des Lichtes in den *Cambr. Phil. Trans.* Bezug genommen wird. Diese Berufungen veranlafsten Hrn. Potter (*Phil. mag.* XXVIII. p. 213). die Leser des Journals an zwei seiner Aufsätze (enthalten im *Phil. mag.* in dem Januarheft von 1840 und im Maiheft von 1841) zu erinnern, von denen der erste nachweise, dafs die Green'sche Formel für die Intensität des reflektirten Lichts der Erfahrung widerspreche, und der zweite, dafs die Brechung in der Nähe der optischen Axen zweiaxiger Krystalle nicht durch die Hamilton'sche Formel erklärt werde. Ferner hat jener Artikel des Hrn. Jesuiticus eine Entgegnung des Hrn. Moon (*Phil. mag.* XXVIII. p. 215) hervorgerufen, über die wir nach der Besprechung der strittigen Abhandlung im Jahresbericht vom vorigen Jahre einer weiteren Berichterstattung uns überheben zu können glauben.

Der von den Herausgebern des *Phil. mag.* herrührende Artikel enthält eine Rechtfertigung derselben über die Verweigerung der Aufnahme eines Artikels von Hrn. Moon.

An die oben p. 160 besprochene Abhandlung des Hrn. Doppler über die rotatorische Abhandlung des Lichts schliefst sich eine andere Arbeit:

Ueber eine vom Zerstreuungsvermögen des Fortpflanzungsmittels unabhängige rotatorische Dispersion des Lichts,

on demselben Verfasser an. Es wird in derselben vorzugsweise hervorgehoben, dafs wegen der ungleichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Strahlen von verschiedener Farbe bei weifsem Einfalls-

lichte die verschiedenfarbigen Strahlen vom rotirenden Mittel verschieden stark abgelenkt, und also zu einer von der Brechung unabhängigen Dispersion Gelegenheit gegeben werden müsse; und alsdann für einen besonderen Fall die, den Dispersionswinkel bestimmende Formel angegeben.

In einem dritten Aufsatze giebt Hr. Doppler eine Anweisung zu einer Vorrichtung zum Messen jeder noch so geringen Ablenkung eines Lichtstrahls, vornehmlich zum Zwecke einer Prüfung, ob wirklich eine rotatorische Ablenkung und Dispersion, wie sie den Principien der Wellentheorie gemäfs statt finden soll, existire.

Wäre man durch diese Vorrichtung im Stande, den angeführten Zweck zu erreichen, so würde allerdings das Ausbleiben der Ablenkung und resp. Dispersion ein wichtiges Zeugnifs gegen die Undulationstheorie abgeben, da die Annahme, der Aether nehme an der Rotation nicht Theil, schwerlich eine Billigung verdient. Ob sie aber ihren Zweck erreiche, ist mehr als zweifelhaft.

Es beruht dieselbe darauf, dafs, wenn von einem Punkte m zwei Strahlen A und B, die unter sich einen sehr kleinen Winkel ϱ bilden, auf einen reflektirenden Cylinder (etwa von Spiegelmetall) in einer gegen die Axe des Cylinders senkrechten Ebene fallen, und der Strahl A den Cylinder eben berührt, — dieser Strahl A mit dem Strahle B nach der Reflexion einen sehr grofsen Winkel bildet, sobald der Durchmesser des Cylinders eine nur geringe Gröfse hat. Es wird dabei angeführt, dafs für $\varrho = 0''.01$, wenn der Cylinder Durchmesser einen Zoll und die Entfernung zwischen m und dem Einfallspunkte 50 Zolle beträgt, jener Winkel das 1294fache von ϱ sein würde, und dafs, wenn der Strahl B darauf eine zweite ähnliche Reflexion an einem zweiten Cylinder von demselben Durchmesser erlitte, die Ablenkung (d. h. der Winkel zwischen A und der Richtung, welche B nach der zweiten Reflexion erhalten hat) das 22799400fache von ϱ betragen würde.

Stellt man sich nun vor, dafs ursprünglich nur der Strahl A vorhanden gewesen wäre, und durch irgend eine ablenkende Ursache dieser die Lage B erhielte, so würde man die durch die gedachten zwei Reflexionen verstärkte Ablenkung noch sehr be-

quem messen können, selbst wenn die anfängliche Ablenkung ϱ unmerklich gewesen sein sollte. — Nach Hrn. Doppler's Rechnung würde man auf diese Weise noch Ablenkungen von weniger als $\frac{1}{100000}$ Sek. zur Wahrnehmung bringen können.

Um dies Princip auf den oben gedachten Fall anzuwenden, soll nun ein Lichtstrahl auf einen Glascylinder von 2″ Durchmesser so geleitet werden, dafs er möglichst genau durch dessen Axe geht, und nach dem Durchgange auf die erwähnten zwei Metallcylinder so auffallen, wie der vorher mit *A* bezeichnete Strahl. Alsdann soll der Glascylinder in eine schnelle Rotation versetzt und die Ablenkung von *A* auf die vorerwähnte Weise bestimmt werden. — Da zu einer rotatorischen Abblenkung von 0″.01 nur 44½ Umdrehungen in der Sekunde erforderlich wären, während die Ausführungen von 1000 Umdrehungen in der Sekunde noch möglich sei, so unterliege es, behauptet Hr. Doppler, keinem Zweifel, dafs durch die Vorrichtung der angegebene Zweck vollkommen erreicht werden könne.

Uebersehen ist hierbei aber, dafs ein einzelner Lichtstahl nicht isolirt werden kann, und dafs ein solcher, wenn er isolirt werden könnte, wegen seiner Schwäche durchaus keinen Eindruck auf das Auge machen, und überdies, weil ein absolut glatter Cylinder sich nicht herstellen läfst, nicht nothwendig in der theoretisch bestimmten Richtung reflektirt werden würde.

Denken wir nun, um den möglichen Effekt der Vorrichtung zu untersuchen, statt eines einzelnen Lichtstrahls einen Büschel paralleler Strahlen durch eine sehr feine Oeffnung, oder (um gröfsere Lichtstärke zu gewinnen) durch eine mit der Axe des Glascylinders parallele sehr enge Spalte auf letzteren fallen. Die Strahlen werden alsdann nach der Brechung in dem Focus des Cylinders sich zu einem Bilde der Spalte vereinigen und von da ab divergiren. Am Orte dieses Bildes mufs der erste Metallcylinder stehen, damit nur ein möglichst schmaler Streif desselben von den Strahlen getroffen werde. Da dies aber bei der Focuslage des massiven Glascylinders unmöglich ist, so wird man sich gefallen lassen müssen, statt dessen einen hohlen mit Wasser gefüllten Cylinder anzuwenden, und man wird trotz dem in dem Falle sein, statt des Abstandes von 50″ mit einem Abstande von

ungefähr 1″ vorlieb zu nehmen, man müfste denn durch eine zweite Cylinderlinse die Strahlen erst wieder parallel richten. Der Lichtstreifen auf dem Metallcylinder wird ferner keine mathematische Linie, sondern eine Breite haben, die bei dem fast tangirenden Einfalle der Strahlen sicher noch mefsbar sein wird, und in Folge davon werden die Strahlen nach der Reflexion so stark fächerartig divergiren, dafs sie den zweiten Metallcylinder vollständig überdecken. Von Messung einer Srahlenrichtung ist dabei gar keine Rede mehr, und man könnte höchstens fragen, ob durch eine etwa entstehende allgemeine Erhellung auf die rotatorische Ablenkung zurückgeschlossen werden könne. Zuerst bemerke man aber, dafs bei der nöthigen Schmalheit der Spalte die ursprüngliche Intensität an sich sehr gering sein mufs, dafs dieselbe durch die Reflexion noch geschwächt wird und dabei das Licht in dem reflektirten Strahlenfächer sich so diluirt, dafs es zweifelhaft ist, ob überhaupt die Erhellung am letzten Cylinder, auch wenn er näher als in 50′ Entfernung angebracht wird, sich wird bemerken lassen. Ferner möchte es schwerlich möglich sein, die Metallcylinder genau einzustellen, und namentlich den ersten derselben so zu richten, dafs die sich am Orte des Spaltenbildes kreuzenden Strahlen vor der Ablenkung ihn genau berühren, zumal da bei einer unmefsbar wenig falschen Stellung schon die ganze Wirkung ausbleiben kann. Läfst man daher das Spaltenbild ganz oder theilweise schon vor der Ablenkung auf den ersten Metallcylinder fallen, so ist die Erhellung schon vorher da, und es kann demnach über die Existenz einer Ablenkung nur aus der Verschiebung der Erhellungsgrenzen geurtheilt werden. Wäre nun diese Grenze auch hinlänglich scharf, um ihre Verschiebung bemerken zu können (was wegen des gebeugten Seitenlichtes gewifs nicht der Fall ist), so soll ja eine solche erst nach der zweiten Reflexion bemerkbar hervortreten. Von der Beobachtung einer Grenze der durch die zweite Reflexion hervorgebrachten Erhellung dürfte aber schwerlich eine Rede sein.

In den Abh. der böhm. Ges. finden sich unter dem Titel „Beiträge zur Fixsternkunde" einige Aufsätze von Hrn.

Doppler, in denen derselbe Ideen angiebt, wie sich nicht sowohl die scheinbaren Durchmesser, sondern auch die absoluten Gröfsen und Entfernungen der Fixsterne ermitteln liefsen, nebst einer Methode, nach welcher man die Geschwindigkeit soll messen können, mit denen die Lichtmoleküle bei der Wahrnehmung der Fixsterne am Orte des Beobachters schwingen.

Anlangend die scheinbaren Durchmesser der Fixsterne geht er von der Hypothese aus, dafs die Helligkeit dieser Gestirne nicht von einer gröfseren oder geringeren Leuchtkraft derselben, sondern nur von deren Dimensionen und ihrer Entfernung abhange, und führt zur Rechtfertigung dieser Hypothese an, dafs jene Himmelskörper unzweifelhaft einerlei Ursprung, und wahrscheinlich auch gleiche materielle Beschaffenheit hätten.

Obgleich eine auf blofsen Vermuthungen gegründete Hypothese nicht als Basis für die Gewinnung von Resultaten benutzt werden darf, indem diese Resultate selber für nichts anders, als wiederum für Hypothesen gelten können — so lange wenigstens die Richtigkeit einer gröfseren Anzahl derselben sich nicht auf anderen sicheren Wegen bestätigen läfst: so möge doch das vorgeschlagene Verfahren behufs etwaiger Benutzung des darin angewandten photometrischen Princips hier näher angegeben werden.

Die photometrische Vorrichtung besteht aus zwei Hauptbestandtheilen. Der erste soll das Gesichtsfeld in zwei Hälften scheiden, von denen die eine von dem einen, die andere von dem andern Auge beherrscht wird, und wird gebildet von einer mattschwarzen Scheidewand zwischen den beiden Augen, die sich bis auf 8—12 Zolle von den letzteren erstreckt, und an ihrem vorderen Ende eine Querwand von gleicher Beschaffenheit trägt, deren horizontale Dimension der Augenweite genau gleich ist, und sich, um jedem Beobachter angepafst werden zu können, mittels einer Schraube etwas verkürzen und verlängern läfst. Die richtige Stellung läfst sich dadurch hervorbringen, dafs man die Querwand, nachdem man ihr die gröfste Ausdehnung gegeben, allmälig verkürzt, bis man einen Stern in der Mitte des Gesichtsfeldes mit beiden Augen zugleich zu sehen beginnt. Der zweite Bestandtheil besteht in Dioptern mit rechteckigen Aperturen, deren beide Dimensionen durch Schrauben sich beliebig verkleinern lassen. Bei der Beob-

achtung zweier Objekte von ungleicher Helligkeit, von denen jedes mit einem Auge betrachtet wird, soll die dem helleren Objekte zugekehrte Ocularöffnung so weit verkleinert werden, bis die Helligkeit beider gleich erscheint. Das ursprüngliche Helligkeitsverhältnifs wird dann nach dem Verhältnifs der Ocularöffnung bestimmt. Etwaige Ungleichheiten beider Augen, die sich mit dem Instrumente selber numerisch bestimmen lassen (indem man z. B. die Ocularöffnungen vergleicht, bei denen die in den beiden Hälften des Gesichtsfeldes liegenden Theile von einem und demselben Blatte weifsen Papiers gleich erscheinen), werden dabei in Rechnung gebracht.

Für telescopische Sterne sollen die Beobachtungen mit einem aus zwei gleichen Fernröhren bestehenden Binokel gemacht werden.

Bei der Vergleichung zweier ungleich hellen Sterne sollen nun die Flächen der Ocularöffnungen sich umgekehrt wie die Quadrate der scheinbaren Durchmesser jener verhalten und zwar aus folgendem Grunde.

Ist ν die Vibrationsintensität des Aethers in der Entfernung Eins und hervorgebracht durch einen der Flächeneinheit gleichen Theil der leuchtenden Sternen-Oberfläche, so wird in eben dieser Entfernung die Intensität, herrührend von einem Sterne mit dem Durchmesser D, $\nu^2 D^2 \pi$, und folglich in der Entfernung L: $\frac{\nu^2 D^2}{L^2}\pi$, oder insofern, wenn φ den scheinbaren Durchmesser vorstellt, $\varphi = \frac{D}{L}$ ist, gleich $\nu^2 \varphi^2 \pi$. Diese (objektive) Intensität sei aber nicht das Maafs des Lichteindrucks auf das Auge, sondern dieses (die subjektive Intensität) sei proportional der objektiven Intensität und der Gröfse der Ocularöffnung, und hänge überdies von der Empfindlichkeit des Auges ab. Werde also I die subjektive Intensität; p^2 die Gröfse der Ocularöffnung genannt, so sei

$$I = (\nu \varphi p)^2 \pi \sigma,$$

unter σ einen für jedes Auge constanten (?) Faktor verstanden.

Sind nun für zwei Sterne die Werthe von I, φ und p resp. I', φ', p' und I'', φ'', p'', so erhält man, wenn durch das Instrument die Gleichheit der Helligkeit hergestellt ist, also $I' = I''$ wird,

$$(\nu\varphi' p')^2 \pi\sigma = (\nu\varphi'' p'')^2 \pi\sigma,$$

d. h.
$$\varphi' : \varphi'' = p' : p''.$$

Hiernach lassen sich, heifst es weiter, die scheinbaren Durchmesser aller Fixsterne bestimmen, sobald derselbe für einen einzigen Stern, z. B. für den Sirius bekannt sei. Dieser könne aber wie folgt bestimmt werden. Man verschliefse das vordere Ende einer nach Art eines Fernrohrs zu gebrauchenden Röhre mit einem Deckel, der eine äufserst feine Oeffnung hat, das hintere Ende mit einer Ocularöffnung von veränderlicher Gröfse, richte die Röhre alsdann auf die Sonne, um das Licht eines Theiles derselben zu erhalten, dessen scheinbare Gröfse durch die Gröfse der kleinen Objektiv-Oeffnung und der Länge der Röhre gegeben ist. Dies Licht werde nach dem oben angegebnen Verfahren mit einem auf gleiche Weise abgegrenzten Theile einer Flamme von constanter Helligkeit, und diese wiederum mit dem Sirius verglichen, Die Vergleichung der Sonne mit der Flamme gebe eine Gleichung von der Form $p'\varphi'\nu = p_{\prime}\varphi_{\prime}\nu_{\prime}$, die Vergleichung der letzteren mit dem Sterne eine Gleichung von der Form $p_{\prime\prime}\varphi_{\prime}\nu_{\prime} = p''\varphi''\nu$, und hieraus folge $p'p_{\prime\prime}\varphi' = p_{\prime}p''\varphi''$, in welcher Gleichung alles bis auf den gesuchten Gesichtswinkel φ'' bekannt sei.

Der zweite Aufsatz, welcher von der Bestimmung der wahren Gröfse und der Entfernung der Fixsterne handelt, geht von der Voraussetzung aus, dafs der Aether nicht vollkommen durchsichtig sei, d. h. dafs das Licht beim Durchgange durch denselben sich schwäche, so dafs die vorherigen Bestimmungen des scheinbaren Durchmessers der Fixsterne Werthe lieferten, die noch einer Correktion bedürfen. Bezeichnete nun φ den uncorrigirten, ψ den corrigirten scheinbaren Durchmesser, und verwandelte sich in der Entfernung 1 die Intensität 1 durch Absorption in $1-\mu$, so hätte man für einen Stern in der Entfernung λ

$$(1-\mu)^{\lambda}\psi = \varphi,$$

und folglich

$$\lambda = \frac{\log\varphi - \log\psi}{\log(1-\mu)}.$$

Man erhalte sonach die Entfernung und mithin auch den wahren Durchmesser, sobald man aus dem uncorrigirten und dem corrigirten Gesichtswinkel die Absorptionsconstante $1-\mu$ ermit-

telt habe, während, da für $\lambda = 1$, $1-\mu = \frac{\varphi}{\psi}$ sich ergebe, zur Bestimmung von $1-\mu$ nur nöthig sei, dafs man den Werth von φ und ψ für den Stern kenne, dessen Entfernung man zur Einheit gewählt habe. Es reducire sich sonach alles auf die Bestimmung von ψ, und diese Bestimmung liefse sich dadurch erhalten, dafs man im Focus eines Telescops auf einer Daguerrotypplatte die Bilder der Sterne fixire und alsdann deren Durchmesser mit einem enorm vergröfsernden Mikroscope messe.

Vorausgesetzt indefs, die Daguerreotypplatten lassen sich empfindlich genug machen, um vom Sternenlicht, und dies in hinreichend kurzer Zeit afficirt zu werden, so fragt es sich, ob nicht die Bilder kleiner sein werden, als die Unebenheiten einer noch so gut polirten Silberplatte. Vorausgesetzt ferner, man habe sich Mikroskope verschafft, deren Vergröfserungskraft die der telescopischen Oculare so weit übertreffe, dafs die Sternenbilder eine mefsbare Ausdehnung zeigen, so bliebe noch in Frage, wieviel von den Bildern auf Rechnung der sphärischen Aberration des Objektives oder des Mikroscops zu schreiben sei. Vorausgesetzt endlich, die obige Bestimmung des φ beruhte auf einer unzweifelhaften Basis, und der Aether sei wirklich ein absorbirendes Medium, so fehlte noch immer die Berücksichtigung des wesentlich alterirenden (veränderlichen) Absorptionszustandes der Atmosphäre!

Der näheren Angabe des Inhaltes des dritten Aufsatzes, worin Hr. Doppler über die Molekulargeschwindigkeit des Aethers spricht, dürfen wir uns überheben, da dort irriger Weise Vibrationsbewegungen und fortschreitende Bewegungen so zusammengesetzt werden, wie zwei oscillatorische Bewegungen von gleicher Schwingungsdauer, und auf diesen Zusammensetzungen alle Schlufsfolgerungen beruhen.

Bekanntlich hat Airy die Brewster'sche Entdeckung, dafs man das prismatische Spektrum von Streifen durchzogen erblicke, sobald man einen Theil der Pupille von der Seite des violetten Endes her mit einem Glimmerblättchen bedecke — einer theoretischen Untersuchung unterworfen, und die Erscheinung aus

den Principien der Wellentheorie abgeleitet[1]. Nachgehend erklärte jedoch Baden Powell, daſs seine Beobachtungen in einigen Punkten nicht mit den Airy'schen Rechnungsresultaten übereinstimmten, und dies veranlaſste Hrn. Airy in dem oben citirten Aufsatze auseinanderzusetzen, daſs der bemerkte Mangel an Uebereinstimmung davon herrühre, daſs die besonderen Fälle, auf welche er seine allgemeinen Formeln angewendet habe, nicht ganz dieselben seien, wie der Powell'schen Versuche. Seine Anwendungen hätten sich nämlich auf die Bestimmung der Breite der Streifen bezogen für den Fall, daſs man, während die Oeffnung des Auges (oder die Oeffnung des Fernrohr-Objektes) geändert würde, auch die Ausdehnung des Spektrums und die Dicke des verzögernden Krystallblättchens bestimmten entsprechenden Aenderungen unterwerfe (Aenderungen, in deren Folge die Streifen am schärfsten hervortreten); Baden Bowell's Versuche bezögen sich dagegen auf Aenderungen der Augenöffnung unter übrigens unveränderten Verhältnissen. Am Schlusse weist dann Hr. Airy in specie nach, indem er seine Formeln auf den Powell'schen Fall anwendet, daſs die vollkommenste Uebereinstimmung mit dessen Erfahrungen aus ihnen hervorgehe.

In Bezug auf diesen Aufsatz erwiderte Hr. Baden Powell, daſs er durch die Zusammenstellung seiner Beobachtungen mit den gedachten theoretischen Resultaten keineswegs die Wellentheorie habe anfechten wollen, daſs er vielmehr die Erwartung ausgesprochen habe, daſs die Theorie die von ihm angeregte Schwierigkeit würde beseitigen können, und daſs endlich die von Hrn. Airy namhaft gemachte Ursache des scheinbaren Widerspruchs nicht bloſs ihm, sondern auch anderen Lehrern der ***Phil. Trans.*** müsse entgangen sein, da bei den detaillirten Erörterungen dieses Gegenstandes in der ***British Association*** zu Manchester (im J. 1842) und in den *Cambridge meetings* (im J. 1845) niemand darauf aufmerksam gemacht habe.

[1] Die Airy'schen Abhandlungen über diesen Gegenstand finden sich in den ***Phil. Trans.*** v. Jahre 1840 (p. 225) und in denen vom Jahre 1841 (p. 1). Die erste bezieht sich auf den Fall, daſs das Spektrum nicht im Focus des Oculars des Beobachtungsfernrohrs liegt (das Spektrum also nicht scharf gesehen wird), die zweite auf den Fall, wo das Spektrum im Focus liegt.

Herr BADEN POWELL hat vor mehreren Jahren nach dem Muster der FRAUNHOFER'schen und RUDBERG'schen Messungen die den dunklen Linien des Spektrums entsprechenden Brechungsverhältnisse für eine grosse Reihe von Flüssigkeiten, und zum Theil bei verschiedenen Temperaturen bestimmt. Die Resultate finden sich in POGG. Ann. am angeführten Orte zusammengestellt. Die untersuchten Mittel waren: Cassiaöl, Schwefel-Kohlenstoff, Anisöl, Kreosot, Sassafrasöl, Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Alkohol, Holzessig, destillirtes Wasser und Lösungen von Natron, Aetzkali, Steinsalz, Chlorcalcium, Salmiak, Salpeter, Bittersalz, salpetersaurem Silber, Chlorbarium, Glaubersalz, Zinkchlorid, salpetersaurem Wismuthoxyd, salpetersaurem, neutralem essigsauren und basisch essigsaurem Bleioxyd. Ferner werden dort etwas rohere Bestimmnngen für einige Substanzen angegeben, deren unvollkommene Homogeneität oder deren Absorptions-Verhältnisse eine genauere Messung unmöglich machten, nämlich für: Perubalsam, Pimentöl, Cuminöl, Angelikaöl, flüssiges Ammoniak, Lösung von chromsaurem Bleioxyd in Salpetersäure, und Lösung von chromsaurem Kali. — Als allgemeines Resultat wird angeführt, dass innerhalb enger Grenzen die Brechungsverhältnisse sich proportional mit der Temperatur-Zunahme vermindern.

Als Beispiel für die bei verschiedenen Temperaturen gewonnenen Resultate möge das (doppelt destillirte) Cassiaöl dienen.

	B	C	D	E	F	G	H
bei 10° C.:	1,5963	1,6007	1,6104	1,6249	1,6389	1,6698	1,7039
bei 14° C.:	1,5945	1,5979	1,6073	1,6207	1,6358	1,6671	1,7025
bei 22,°5 C.:	1,5895	1,5930	1,6026	1,6174	1,6314	1,6625	1,6985

Ein bequemes Verfahren, die prismatischen Farben, aus denen die verschiedenen Interferenzfarben zusammengesetzt sind, übersichtlich darzustellen, ist von Hrn. J. MÜLLER beschrieben worden. Es besteht dasselbe darin, dass man ein auf eine Papierscale projicirtes prismatisches Spektrum durch Gypsblättchen von verschiedener Dicke, die zwischen Glasplatten gekittet und

zwischen zwei sich senkrecht kreuzenden Nichol'schen Prismen befestigt sind, betrachtet. Gypsblättchen wurden gewählt, weil diese bei gröfserer Dicke noch verhältnifsmäfsig geringe Gangunterschiede zeigen.

Es ist klar, wenn *a* der Gangunterschied zwischen den gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen des Blättchens für das äufserste Roth, *b* der entsprechende Gangunterschied für das äufserste Violett ist, und *m* die gröfste in $b-a$ enthaltene ganze Zahl Wellenlängen vorstellt, dafs das Spektrum *m* Lücken zeigen wird. Dünne Blättchen, welche eine Farbe der drei ersten Ordnungen geben, erzeugen nur eine Lücke, Blättchen mit Farben vierter Ordnung zwei Lücken etc. ferner zeigt ein Blättchen *A*, welches *n*mal so dick ist als ein anderes *B*, Lücken an denselben Stellen des Spektrums, wie dieses, aufserdem aber zwischen je zwei Lücken noch $n-1$ neue dunkle Streifen.

Die genauere Vergleichung der Lage der Streifen wird durch die Scale ermöglicht.

In seinen Versuchen fand Hr. Müller die Zwischenräume zwischen den dunklen Streifen vom Roth nach dem Violett hin nahe zu in geometrischer Progression wachsend, und war dieserhalb geneigt, dieses Zunehmen nach geometrischer Progression für ein allgemeines Gesetz zu halten.

Gegen die Erhebung dieses empirischen Befundes zu einem Gesetze hat sich indefs Hr. Erman ausgesprochen, indem er anführt, dafs die mathematischen Formeln ein weit complicirteres in vielen Fällen sehr wesentlich davon abweichendes Gesetz statuiren.

In einer Entgegnung hierauf, welche sich aufserdem auf einige andere von Hrn. Erman beigebrachte Einwendungen, deren Gegenstand von keinem allgemeinen Interesse ist, bezieht, erklärt Hr. Müller, dafs er jenes Gesetz zunächst nur für das von ihm angewandte Prisma als allgemein gültig habe bezeichnen wollen, und dafs für andere Prismen vielleicht ein anderes Gesetz sich herausstellen würde.

Hr. Minding hat in dem Eingangs angezeigten Aufsatze einen neuen allgemeinen Ausdruck für das Snell'sche Brechungsgesetz aufgestellt. Es lautet derselbe wie folgt:

Der Cosinus der Neigung des verlängerten einfallenden Strahls gegen irgend ein beliebig auf der Grenzfläche des brechenden Mittels vom Einfallspunkte aus gezogenes Linear-Element steht zu dem Cosinus der Neigung des gebrochenen Strahls gegen dasselbe Linear-Element in einem constanten Verhältnisse, nämlich dem bekannten Brechungsverhältnisse.

Ist nämlich n das Brechungsverhältnifs, μ die Neigung des einfallenden Strahls gegen das in der Einfallsebene liegende Linear-Element der Grenzfläche, ν die Neigung gegen ein beliebiges anderes Element derselben, und sind μ' und ν' die entsprechenden Neigungen für den gebrochenen Strahl, so hat man $\cos\mu = n\cos\mu'$, und wenn ε den Winkel zwischen beiden Elementen bezeichnet, $\cos\mu = \frac{\cos\nu}{\cos\varepsilon}$ und $\cos\mu' = \frac{\cos\nu'}{\cos\varepsilon}$, folglich $\cos\nu = n\cos\nu'$, oder, wenn x, y, z die Coordinaten des Einfallspunktes, α, β, γ die Neigungen des einfallenden Strahls gegen die Coordinatenaxen, α', β', γ' die Neigungen des gebrochenen Strahls gegen eben dieselben vorstellen —

$$\cos\alpha\, dx + \cos\beta\, dy + \cos\gamma\, dz = n(\cos\alpha'\, dx + \cos\beta'\, dy + \cos\gamma'\, dz).$$

Ist ferner $dz = pdx + p'dy$ die Gleichung der brechenden Fläche, und eliminirt man mittels derselben das dz aus der vorigen Gleichung, so erhält man zwei richtige Gleichungen dadurch, dafs man die Coefficienten von dx und von dy für sich gleich Null setzt.

Aus jener Gleichung, welche im Allgemeinen für dioptrische Untersuchungen Vortheile zu gewähren scheint, ergibt sich mit grofser Leichtigkeit 1) der von Malus und Dupin aufgestellte Satz, dafs Strahlen, die eine senkrechte Schneidungsfläche haben, auch nach beliebigen Brechungen diese Eigenschaft behalten, 2) der Satz von Gergonne, dafs, wenn die einfallenden Strahlen auf einer Fläche senkrecht stehen, die Wirkung beliebig vieler Brechungen immer durch Brechung an einer einzigen Fläche, und zwar auf unendlich viele Arten ersetzt werden kann.

Der Vorschlag, welchen Hr. DOPPLER zur Vervollkommnung katoptrischer Mikroskope gemacht hat, besteht hauptsächlich darin, dafs man den Objektiv-Spiegel ellipsoidisch machen, denselben aber nicht, wie bei den bisherigen elliptischen Spiegeln, der Scheitelregion der grofsen Ellipsoids-Axe, sondern demjenigen Theile des Ellipsoids entnehmen solle, der so biegt, dafs die von der Spiegelmitte nach den Brennpunkten gehenden Linien auf einander senkrecht stehen. Die verschiedenen Stellen des Spiegels erzeugen alsdann der dort angegebenen Demonstration zufolge von einem kleinen, in dem einen Brennpunkte endenden linearen Objekte, Bilder, welche einander unter geringeren Winkeln treffen, wie bei jedem anderen gleich grofsen Theile der Ellipsoidsfläche; und daher würde denn auch, wie Hr. DOPPLER vermuthungsweise hinzufügt, die Aberration wegen der Excentricität ein Minimum werden.

Die Hauptvortheile, die er sich hiervon verspricht, sind:

1) die Anwendbarkeit sehr starker Vergröfserungen, da bei der grofsen Reinheit des Bildes sehr scharfe Oculare gebraucht werden dürften;

2) grofse Helligkeit, indem bei der Lage, welche Objekt und Bild gegen den Spiegel annehmen, ein zweiter Spiegel überflüssig würde, und somit einestheils die Lichtschwächung durch eine zweite Reflexion vermieden werden könnte, anderntheils alle Centralstrahlen zur Benutzung kämen;

3) eine bequeme Aufstellung des Objekts wegen der gröfsern Entfernung des letzteren vom Spiegel.

Nächstdem enthält der citirte Aufsatz eine Anweisung, Spiegel von der Krümmung eines beliebigen Ellipsoidstheils zu schleifen, und einen Vorschlag, zur Erweiterung der Naturkenntnifs mikroskopische Observatorien mit Riesen-Mikroskopen zu errichten, bei denen das Rohr durch eine lange dunkle Kammer ersetzt, und das Objekt in einem unteren Geschosse des Gebäudes mit Kalklicht erleuchtet würde. Bei den namhaft gemachten Dimensionen sollen noch helle und scharfe Bilder bei mindestens 20,000facher linearer Vergröfserung erzielt werden können.

Im *Institut* wird der Inhalt einer Note des Hrn. Olmsted mitgetheilt, in welcher über merkwürdige Farben-Erscheinungen gesprochen wird, welche sich im Sonnenspektrum mittels ungleicher Ablenkung der dasselbe constituirenden Strahlen erzeugen lassen. Hr. Olmsted bediente sich eines gegen Osten gelegenen dunklen Zimmers, in welches er bei geringer Sonnenhöhe durch eine Oeffnung von $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser direktes Sonnenlicht eintreten liefs, um dasselbe zur Bildung eines ausgedehnten und sehr intensiven prismatischen Spektrums auf der gegenüberliegenden (10 Fufs entfernten) Wand zu benutzen. Wurden in das Lichtbündel zwischen Prisma und Wand brechende oder reflektirende Körper (Glasröhren, leere oder mit Flüssigkeiten ganz oder zum Theil gefüllte Glasgefäfse, Metallgefäfse etc.) eingebracht, so entwickelte sich um das Spektrum eine unendliche Mannigfaltigkeit von Figuren von der vollkommensten Symmetrie, die an Farbenpracht alle sonst bekannten Farben-Erscheinungen weit übertroffen hatten. Er bemerkte dabei, dafs derartige Erscheinungen ihm zuerst von M. Forrest Shepherd gezeigt worden seien.

Hornstein. Ueber das Steinheil'sche Passage-Prisma.

Das Steinheil'sche Passage-Prisma (ein dreiseitiges Glasprisma, in welchem zwei Seitenflächen gegen die dritte gleich geneigt sind) hat bekanntlich, wie das Dipleidoskop den Zweck, zur Bestimmung der Zeit aus Culminations-Beobachtungen zu dienen. Ueber die Benutzung desselben und über das Princip, auf welchem seine Anwendung beruht, werde Folgendes in Erinnerung gebracht.

Das Prisma, dessen Stativ zugleich ein kleines Fernrohr trägt, wird beim Gebrauche so aufgestellt, dafs die gegen die beiden andern Flächen gleich geneigte dritte Fläche, die wir, die drei Kanten durch A, B, C bezeichnend, AB nennen wollen, im Meridiane sich befindet. Das Fernrohr ist um eine auf der

Fläche *AB* senkrechte Axe drehbar und bleibt daher während der Drehung mit seiner optischen Axe im Meridiane, während es übrigens so angebracht ist, dafs, wenn es auf ein im Meridian befindliches Objekt gerichtet ist, letzteres sowohl direkt als indirekt durch das Prisma hindurch, Licht auf das (nahe an der Kante *A* befindliche) Objektiv wirft. Die durch das Prisma hindurchgehenden Strahlen werden in dessen Innerem (nach dem Eintritt durch die Fläche *BC*) an *AB* total reflektirt, und treten parallel zu ihrer ursprünglichen Richtung, und daher auch parallel zu den direkt das Fernrohr treffenden Strahlen, heraus. Das Objekt mufs demzufolge einfach erscheinen. Befindet sich aber das Objekt nicht genau im Meridiane, so haben die das Prisma treffenden Strahlen nach dem Austritte eine andere Richtung als beim Eintritte, und das Objekt wird doppelt gesehen — einmal durch direktes Licht, das andere Mal durch das aus dem Prisma kommende Licht. Der Moment, in welchem die beiden vor der Culmination getrennt gesehenen Bilder eines Gestirns sich zu einem einzigen vereinigen, ist folglich die (zu beobachtende) Zeit der Culmination.

Ist das Prisma nicht genau gleichschenklig (d. h. sind die Neigungen der Flächen *AC* und *BC* gegen *AB* nicht genau einander gleich), oder sind die Kanten *A*, *B*, *C* nicht genau unter sich parallel, so tritt das Zusammenfallen der beiden Bilder nicht genau zur Culminationszeit ein, und es bedarf dann die beobachtete Zeit einer Correction. Für diese, von den genannten beiden (nicht leicht zu vermeidenden) Fehlern bedingte Correction, so wie für die, durch ein nicht genaues Zusammenfallen der Fläche *AB* mit der Meridian-Ebene nöthig gemachte Correction, finden sich in dem oben namhaft gemachten Aufsatze die erforderlichen Formeln entwickelt, so wie Angaben über die Bestimmung des Mafses der Constructions- und Stellungsfehler des Prisma's, welche bei der Anwendung der Correctionsformel zur Benutzung kommen.

B. Powell. Beobachtungen gewisser Fälle von elliptischer Polarisation des Lichtes durch Reflexion.

Die in diesem Aufsatze mitgetheilten Untersuchungen über das durch Reflexion elliptisch polarisirte Licht sind theils an Körpern mit unveränderter Oberfläche angestellt worden, theils an solchen, die mit dünnen Häutchen, namentlich mit dünnen Oxydschichten überzogen waren. Ausgeführt wurden dieselben mittels Beobachtung der Modificationen, welche die Ringe des senkrecht gegen die Axe geschnittenen Kalkspaths durch das erwähnte Licht erleiden — die Polarisationsebene des (in einem Nichol'schen Prisma bestehenden) Polarisators immer senkrecht gegen die Polarisationsebene des (in einem Turmalin bestehenden) Analysators genommen.

In Bezug auf den Glimmer, dessen Eigenthümlichkeit, durch Reflexion das Licht elliptisch zu polarisiren, zuerst von Forbes erkannt wurde, fand Hr. Baden Powell, dafs das Maximum der Polarisation bei einem Einfallswinkel zwischen 20 u. 30° erfolge; in Bezug auf verwittertes Glas, dessen Oberfläche irisirte und metallischen Glanz hatte, dafs dieses Maximum bei einem zwischen 30 und 40° liegenden Einfallswinkel eintrete. Irisirendes Glas ohne metallischen Glanz zeigte keine elliptische Polarisation.

Beim Graphit wurde nur eine geringe aber deutliche Ellipticität gefunden.

Von Erzen zeigten sich nur wenige elliptisch polarisirend.

Hinsichtlich der Oxydation auf Metallen führt Hr. Powell an, dafs dieselbe in der Regel die elliptische Polarisation in ebene verwandelte; namentlich sei dies der Fall bei Kupfer, welches durch einen Tropfen Salpetersäure oxydirt worden sei, so wie bei den meisten an der Luft angelaufenen Metallen. Quecksilber unter andern dagegen behalte seine starke elliptische Polarisation, wenn es mit einer Oxydhaut überzogen sei.

Daguerrotypplatten, auf denen ein Bild gemacht war, zeigte an den blank gebliebenen und den stark angegriffenen Stellen keinen Unterschied in der Ellipticität.

Sowohl blau als gelb angelassener Stahl erwiesen sich schwach elliptisch, der erstere im entgegengesetzten Sinne, der zweite in demselben Sinne, wie der polirte Stahl — was Herrn Baden Powell geneigt macht, zu glauben, dafs das Blau von mehreren successiv erzeugten Oxydschichten herrühre.

Wurde eine polirte Stahlplatte von unten durch eine Weingeistflamme erhitzt, so bildeten sich allmälig um die erhitzte Stelle auf der obern Fläche Ringe, deren Farben von Aufsen nach Innen folgende Ordnung beobachteten: röthlich-braun, karmoisin, tief purpur, dunkelblau, hellblau, schwach gelb, schwach roth, hellblau, blafs röthlich-braun. Bei der Untersuchung dieser Ringe ging, von den äufseren nach den inneren fortschreitend, die bei blankem Metall erscheinende elliptische Polarisation allmälig in die ebene, darauf in die entgegengesetzt elliptische, alsdann wieder in die ebene (aber zur ersten ebenen senkrechten) Polarisation über, wurde endlich wieder (beim zweiten Roth) elliptisch im ersten Sinne und verblieb so nach dem Centrum zu, jedoch sehr stark abnehmend.

Aehnliche Ringe von gleichem Verhalten wurden auf erhitzten Kupferplatten beobachtet.

Endlich untersuchte Hr. Powell die Nobili'schen Häutchen galvanisirter Stahlplatten, auf denen durch längere Fortsetzung des galvanischen Processes fünf Farben-Ordnungen erzeugt worden waren. Vom Rande nach der Mitte zu ging in den drei ersten Farben-Ordnungen die elliptische Polarisation fünfmal durch die ebene in die entgegengesetzt elliptische Polarisation über und wurde am Ende wieder eben; in den übrigen Farben-Ordnungen trat wieder elliptische Polarisation auf, aber sehr schwach und verlor sich zuletzt.

Am Schlufse giebt der Verfasser eine ihm von Airy mitgetheilte Formel, welche die Intensität in den durch elliptisches Licht modificirten Kalkspath-Ringen für den Fall ausdrückt, dafs die Polarisationsebene des Polarisators auf der des Analysators senkrecht steht und das Einfallslicht ursprünglich im Azimuthe 45° polarisirt ist — nämlich die Formel

$$1 - \sin^2 2\varphi \cos\varrho - \cos 2\varphi \sin\varrho \sin\Theta - \cos^2 2\varphi \cos\varrho \cos\Theta,$$

wo ϱ die Verzögerung der beiden Componenten des elliptisch

polarisirten Lichtes, und Θ die von der durchlaufenen Dicke des Kalkspaths abhängige Beschleunigung des außerordentlichen Strahls in letzterem vorstellt, während φ den Winkel zwischen demjenigen Radius des Ringsystems, dessen Intensität durch die Formel angezeigt wird und der Reflexionsebene ist.

Die Formel ist, wie folgt, gewonnen.

Wird die Schwingungsbewegung in dem in der Ebene P polarisirten Einfallslichte durch

$$a \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt-x)$$

vorgestellt, so hat man für die Componenten des reflektirten Lichts in der Reflexionsebene R

$$\frac{a}{\sqrt{2}} \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt-x)$$

und für die darauf senkrechte Componente

$$\frac{a}{\sqrt{2}} \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt-x-\varrho),$$

also beim Eintritt in den Kalkspath für die Vibrationen des ordentlichen Strahls,

$$\cos\varphi \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt-x+\varrho) + \sin\varphi \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt-x) = O$$

und für die des außerordentlichen Strahls

$$\sin\varphi \sin \left[\frac{2\pi}{\lambda} (vt-x+\varrho) + \Theta\right] + \cos\varphi \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt-x) = E.$$

Der letzte Ausdruck geht dann beim Austritt aus dem Krystall in

$$\sin\varphi \sin\left[\frac{2\pi}{\lambda} (vt-x+\varrho) + \Theta\right] + \cos\varphi \sin\left[\frac{2\pi}{\lambda} (vt-x) + \Theta\right] = E'$$

über.

Nach der Zerlegung in der auf P senkrechten Ebene des Analysators behält man sonach

$$O \cos (45^\circ - \varphi) - E' \sin (45^\circ - \varphi).$$

Bringt man endlich diesen Ausdruck auf die Form

$$H \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt-x) + K \cos \frac{2\pi}{\lambda} (vt-x),$$

so erhält man für die Intensität $H^2 + K^2$ die oben angegebene Formel.

Hr. POWELL verfolgt in der zweiten Abhandlung über die elliptische Polarisation die Modificationen der Kalkspath-Ringe durch das von Metallen reflektirte elliptisch polarisirte Licht für den allgemeinen Fall, daſs die Polarisationsebene P des Einfallslichtes eine beliebig von 45° verschiedene Neigung gegen die Reflexionsebene R, und eine beliebige von 90° verschiedene Neigung gegen die Polarisationsebene des Analysators hat, den Einfallswinkel gleichfalls beliebig verschieden vom Polarisations-Maximum voraussetzend. Er entwickelt dabei eine auf diesen allgemeinen Fall sich beziehende Formel für die Intensität, wie folgt.

Nimmt man

$$a \sin \frac{2\pi}{\lambda}(vt - x)$$

als Ausdruck für die ursprünglichen Vibrationen in der Ebene P, und nennt ξ deren Azimuth gegen die Einfallsebene, so daſs die Componenten in der Reflexionsebene R und in der darauf senkrechten Ebene R' resp.

$$a \cos \xi \sin \frac{2\pi}{\lambda}(vt - x) \quad \text{und} \quad a \sin \xi \sin \frac{2\pi}{\lambda}(vt - x)$$

sind, so erhält man, der gröſseren Allgemeinheit wegen, in der letzten Componente b für a setzend, und $a \cos \xi$ und $b \sin \xi$ resp. durch α und β bezeichnend, nach der Reflexion für diese Componenten

$$\alpha \sin \frac{2\pi}{\lambda}(vt - x) = R, \qquad \beta \sin \left[\frac{2\pi}{\lambda}(vt - x) + \varrho\right].$$

Nennt man ferner φ den Winkel zwischen der Ebene R und einer durch die Axe des Kalkspaths gehenden Ebene Q, so wie Q' die auf Q senkrechte Ebene, so werden die nach Q zerlegten Theile von R und R', resp. $R' \cos \varphi$ und $R' \sin \varphi$, die nach Q' zerlegten Theile resp. $R \sin \varphi$ und $R' \cos \varphi$, mithin die gesammten Bewegungen in Q und Q' resp.

$$R' \sin \varphi + R \cos \varphi = Q, \quad R' \cos \varphi - R \sin \varphi = Q'.$$

Die ersteren geben im Kalkspath den auſserordentlichen Strahl E, die zweiten den ordentlichen Strahl O, und es entsprechen denselben daher, wenn Θ die Beschleunigung des auſserordentlichen Strahls bezeichnet, beim Austritt die Formeln

$$\beta \sin\varphi \sin\left[\frac{2\pi}{\lambda}(vt-x)+\varrho+\Theta\right] + \alpha\cos\varphi\sin\left[\frac{2\pi}{\lambda}(vt-x)+\Theta\right] = E,$$

$$\beta\cos\varphi\sin\left[\frac{2\pi}{\lambda}(vt-x)+\varrho\right] - \alpha\sin\varphi\sin\left[\frac{2\pi}{\lambda}(vt-x)\right] = O.$$

Bildet nun die Polarisationsebene A des Analysators mit R den Winkel χ, so dafs der Winkel zwischen A und P gleich $\chi+\xi$, und den Winkel zwischen A und Q gleich $\chi-\varphi=\psi$ ist, so wird der durch den Analysator gehende Theil der Bewegung

$$O\cdot\cos\psi - E\sin\psi,$$

d. h.

$$H\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt-x) + K\cos\frac{2\pi}{\lambda}(vt-x),$$

wo

$$H = \beta\cos\varphi\cos\psi\cos\varrho - \alpha\sin\varphi\cos\psi - \beta\sin\varphi\sin\psi\cos\varrho\cos\Theta$$
$$+\beta\sin\varphi\sin\psi\sin\varrho\sin\Theta - \alpha\cos\varphi\sin\psi\cos\Theta,$$
$$K = \beta\cos\varphi\cos\psi\sin\varrho - \beta\sin\varphi\sin\psi\sin\varrho\cos\Theta$$
$$-\beta\sin\varphi\sin\psi\cos\varrho\sin\Theta - \alpha\cos\varphi\sin\psi\sin\Theta$$

ist. Demnach wird die Intensität H^2+K^2, d. h. (wenn man für φ seinen Werth $\chi-\psi$ setzt und gehörig reducirt) gleich

$$1)\left\{\begin{array}{l} (\alpha^2\sin^2\chi+\beta^2\cos^2\chi)\cos^4\psi+(\alpha^2\sin^2\chi+\beta^2\cos^2\chi)\sin^4\psi \\ +2(\alpha^2\cos^2\chi+\beta^2\sin^2\chi)\sin 2\psi - \frac{1}{2}(\alpha^2-\beta^2)\sin 2\chi\sin 2\psi\cos 2\psi \\ -\alpha\beta\sin 2\chi\cos^2 2\psi\cos\varrho + \alpha\beta\cos 2\chi\sin 2\psi\cos 2\psi\cos\varrho \\ -\alpha\beta\cos 2\chi\sin 2\psi\cos\varrho\cos\Theta - \alpha\beta\sin 2\chi\sin^2 2\psi\cos\varrho\cos A \\ -\alpha\beta\sin 2\psi\sin\varrho\sin\Theta. \end{array}\right.$$

Die von Θ unabhängigen Glieder dieser Formel geben die Intensität des Grundes, auf welchem die Ringe sich bilden; die von ϱ abhängigen variiren mit dem Einfallswinkel oder dem Grade der Ellipticität. Die vom Θ abhängigen Glieder geben die Ringe. Von diesen bleibt das letzte Glied allein übrig, wenn die Ellipticität ein Maximum ist (weil dann $\cos\varrho = 0$ wird) und verschwindet bei ebener Polarisation unter der Incidenz von 0°.

Hierauf zeigt Hr. Powell die Uebereinstimmung aller Einzelheiten der Erscheinungen mit der Formel, unter andern namentlich derjenigen Erscheinung, welche dem Auftreten der acht Sektoren bei linearpolarisirtem Licht (wenn P und A 45° gegen einander geneigt sind) entspricht.

Wir heben von den Folgerungen hier des Nachfolgenden wegen nur die Bestimmung derjenigen Stellung des Analysators hervor, bei welcher die Dunkelheit der dem schwarzen Kreuze entsprechenden Büschel, die an der Grenzlinie der verschobenen Ringtheile liegen, am stärksten erscheint.

In der Richtung der Polarisationsebene des Analysators, d. h. da wo $\psi = 0$ ist, wird obiger Ausdruck für die Intensität

$$K^2 + H^2 = \alpha^2 \sin^2\chi + \beta^2 \cos^2\chi - \alpha\beta \sin 2\chi \cos\varrho,$$

mithin wird der Werth von χ, bei welchem für einen gegebenen Werth von ϱ die Intensität ein Minimum wird, die gedachten Zweige also am dunkelsten erscheinen, bestimmt durch

$$2) \quad \ldots \quad \operatorname{tang} 2\chi = -\frac{2\alpha\beta\cos\varrho}{\alpha^2 - \beta^2}.$$

Im letzten Theile des Aufsatzes werden noch tabellarische Resultate aus mehreren Beobachtungsreihen mitgetheilt. Nämlich 1) die dem Polarisationsmaximum entsprechende Ellipticität des reflektirten Lichts für eine grofse Menge von Metallen, so wie für einige Erze und für verwittertes Glas — bestimmt durch das Azimuth des Fresnel'schen Rhomboeders, bei welchem die lineare Polarisation hergestellt wird; und in gleicher Weise die Ellipticität für Silber, Kupfer, Stahl und Blei — bei den Incidenzen zwischen 30° und 80° von 10° zu 10°. 2) Die Werthe von χ, bei denen die dunklen Büschel am schärfsten erscheinen, für eine grofse Menge von Substanzen — entsprechend den Incidenzen zwischen 30° bis 80° von 10 zu 10 Graden bei einem Azimuth des Polarisators von 45°. Endlich 3) eine mit Hülfe der Formel (2) vollzogene und Befriedigung gewährende Prüfung der von Mac Cullagh aus einer empirischen Formel, welche die Abhängigkeit der Verzögerung ϱ vom Einfallswinkel darstellt[1], gezogenen den Stahl betreffenden Zahlenresultate.

In einer Schlufsnote wird nachträglich hinzugefügt, dafs auch chinesische Tusche und chromsaures Blei das Licht elliptisch polarisiren, und zwar, dafs das Polarisations-Maximum dieser Substanzen resp. 62° und 70°, das Azimuth des die lineare Polarisation herstellenden Fresnel'schen Rhomboeders 5° u. 6° betrage.

[1] Reports, Royal Irish Academy. October 1836.

In einer Sitzung der ***British association*** machte Hr. Dale eine Reihe von Körpern namhaft, von welchen er gefunden hatte, daſs sie, wie die Metalle das Licht durch Reflexion elliptisch polarisiren. Es sind dies die folgenden:

Indigo, künstliches Realgar, Diamant, Schwefelzink, Antimonglas, geschmolzener Schwefel, Tungstein, kohlensaures Blei, Hyacinth, arsenige Säure, Granat, Idocras, Helvin, Labrador, Hornblende.

Auf den Umstand, daſs diese Körper sich durch ein hohes Brechungsvermögen auszeichnen, gründete er die Vermuthung, daſs die elliptische Polarisation die Regel sei und daſs dieselbe bei Mitteln von schwächerer Brechkraft nur wegen der geringen Ellipticität linear erscheine; daſs demnach die wahren Intensitätsformeln für das reflektirte Licht Glieder enthalten dürften, welche für geringe Werthe des Brechungsverhältnisses beträchtlich klein werden. Dabei machte er darauf aufmerksam, daſs die Green-schen Intensitätsformeln in der That diese Eigenthümlichkeit zeigen, und daſs daher eine numerische Vergleichung dieser Formeln mit den Brewster'schen und Powell'schen Beobachtungen zu wünschen wäre.

Hr. Powell, der in der Sitzung gegenwärtig war, stimmte der Ansicht bei, daſs die Erscheinung durch die Gröſse des Brechungsvermögens bedingt sei und bemerkte, daſs auch bei mehreren andern Substanzen, die nur eine geringe metallische Beimengung haben, wie z. B. das Berliner Blau, sich deutliche Ellipticität zeige.

Ferner meinte Hr. Dale, daſs man die Frage, ob die Vibrationen des linearpolarisirten Lichtes in der Polarisationsebene oder senkrecht darauf geschehen, entscheiden könne, wenn man parallel polarisirte und zur Interferenz disponirte Lichtbündel durch die schmalen Endflächen eines gebogenen Glasstreifens gehen lasse. Da nämlich in den auf der breiten (gebogenen) Fläche des Streifens senkrechten Ebenen die relativen Elasticitätsänderungen geringer ausfallen müſsten, als in den der breiten Fläche parallelen Durchschnitten, so würden die diesen Durchschnitten parallelen Schwingungen bei ungleichen Entfernungen von der convexen Grenzkante gröſsere Gangdifferenzen zeigen, als die darauf

senkrechten, und man könne demnach aus der gröſseren oder geringeren Verschiebung der Interferenzstreifen auf die Schwingungsrichtung schlieſsen. — Von Hrn. Herschel wurde indeſs geläugnet, daſs dieser Versuch die gewünschte Entscheidung geben könne.

Den vom Dr. Ballot in Utrecht aufgestellten Einwendungen gegen die Theorie der Doppelstern-Farben, die in der von Hrn. Doppler in der 1842 erschienenen Schrift „Ueber das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderen Gestirne des Himmels" veröffentlicht worden ist, hat der letztere in einer Abhandlung in Pogg. Ann. [1] zu begegnen gesucht. Die streitige Theorie beruht auf dem mit Nothwendigkeit aus der Undulationshypothese folgenden Satze, daſs, wenn man sich einer Lichtquelle hinreichend rasch nähert, die Zahl der Wellen, welche innerhalb einer Sekunde das Auge treffen, sich vermehrt, und daſs diese Zahl sich vermindert, wenn man sich rasch von der Lichtquelle entfernt; so daſs die Farbe merkbar anders erscheinen muſs als bei unveränderter Entfernung von der Lichtquelle, sobald jenes Annähern oder Entfernen mit einer Geschwindigkeit geschieht, die nicht allzuvielmal von der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts übertroffen wird.

Die Einwendungen des Dr. Ballot treffen nun nicht diesen Satz (dessen Analogon in der Akustik sich schon bewährt haben soll), sondern dessen Benutzung zur Erklärung der Fixsternfarben.

Die vornehmlichsten dieser Einwendungen waren: 1) daſs das Minimum der Aenderungen in den Schwingungszahlen, welche das Auge schon einen Farbenunterschied bemerken lassen, viel zu gering angenommen sei; 2) daſs das Geräusch in der Akustik, welches dem Weiſs in der Optik entspreche, keine Aenderung in der Höhe durch schnelles Nähern und Entfernen erfahre; 3) daſs weiſses Licht überdies deswegen durch schnelle Näherung oder

[1] Pogg. Ann. LXVI. 321.

Entfernung keine Farben entwickeln könne, weil man berechtigt sei, über und unter den sichtbaren Strahlen (d. h. diesseit des Roth und jenseit des Violett) noch unsichtbare anzunehmen, welche zur Sichtbarkeit gelangen, wenn sich die Schwingungen resp. vermehren oder vermindern, und die Stelle der wegen Vermehrung oder Verminderung der Schwingungszahlen austretenden ersetzen; 4) dafs die Geschwindigkeiten der Fixsterne zu grofs vorausgesetzt werden müfsten.

Den ersten Punkt anlangend hatte Hr. Doppler, auf einen Ausspruch Herschels gestützt, angenommen, dafs schon das Austreten des hundertsten Theiles der rothen Strahlen aus dem weifsen Lichte sich dem Auge bemerkbar mache, und gründete darauf die Annahme, dafs man mehr als Millionen Farbennüancen zu unterscheiden vermöge. In Bezug auf den vierten Punkt fand derselbe als Minimum der Fixstern-Geschwindigkeit, welche einen Farbenunterschied hervorrufen könne, 33 Meilen in der Sekunde (eine genauere Rechnung gibt aus den unterstellten Daten nahe 36 Meilen), und als Maximum, über welches man nicht hinauszugehen brauche, 19,000 Meilen [1].

Gegen den ersten Einwand bemerkt Hr. Doppler, dafs seine Annahme über die Unterscheidbarkeit der Farben keineswegs übertrieben sei, weil einerseits die Fähigkeit, kleine Farbenunterschiede zu bemerken, mit der Helligkeit wachse, andrerseits die Zahl der unterscheidbaren Töne nicht minder grofs sei [2], wie die von ihm angenommene Farbenzahl, während überdies offenbar das Gesicht viel feiner als das Gehör sei. Es wird von ihm also nicht auf die allgemeine Erfahrung Rücksicht genommen, dafs im Gegentheil das Ohr viel sicherer und feiner für Tonunterschiede, als das Gesicht für Farbenunterschiede ist. Die gröfsere Feinheit des Gesichtsorgans möchte sich daher eher in

[1] Bei der Bestimmung dieses Maximums hat Hr. Doppler übersehen, dafs die Gesichtslinie nie, oder doch nur in den seltensten Fällen mit der Ebene der Doppelstern-Bahnen zusammenfällt, für welchen letzteren Fall allein seine Rechnung angestellt ist.

[2] Bei seiner Berechnung merkbar verschiedener Töne (bei welcher 1724800 herauskommen) geht Hr. Doppler von den Angaben zu Rathe gezogener Musiker aus, stellt aber die Unterschiede in der Tonhöhe mit denen der Tonstärke und des Tonklanges zusammen.

der Empfindlichkeit für feinere Schwingungsbewegungen offenbaren. Ueberdiefs pafst die angeführte Vergleichung deswegen weniger, weil die Töne viele Octaven umfassen, während die Farben kaum eine Octave ausfüllen.

In Bezug auf den zweiten Punkt sagt Hr. Doppler, dafs das weifse Licht sich nicht mit dem Geräusche vergleichen lasse, da bei letzterem sich immer eine, wenn auch undeutliche, Tonhöhe unterscheiden lasse, beim weifsen Lichte aber Analoges nicht der Fall sei; und dafs übrigens bei der Undeutlichkeit des Geräuschtones geringe Unterschiede leicht der Wahrnehmung entgingen.

Hinsichtlich des dritten Punktes entgegnet er, dafs das Sichtbarwerden ursprünglich unsichtbarer Strahlen seinen Folgerungen nicht schade, weil daraus höchstens folge, dafs absolut weifses Licht sich nicht ändern könne, während völlig reines Weifs bei den Sternen selten vorkommen dürfte, und weil ferner zur Erzeugung des Weifs nicht hinreiche, dafs alle Farben vorhanden seien, sondern auch, dafs dieselben ein bestimmtes Intensitätsverhältnifs besitzen.

Was den vierten Punkt betrifft, so läfst sich bei dem Mangel an Erfahrung über die Geschwindigkeit der Fixsterne weder die bestrittene Annahme noch sonst eine andere als zu grofs oder zu klein bezeichnen, und Hr. Doppler hat vollkommen Recht, sich darauf zu berufen, wenn auch die Art, wie derselbe die Nothwendigkeit grofser Geschwindigkeiten a priori zu erweisen sucht, sich nicht billigen läfst.

In derselben Abhandlung wird ferner vom Verfasser darauf hingewiesen, wie das, was er in früheren Aufsätzen über die, von den Bewegungen der Gestirne abhängigen Aenderungen in der Lichtintensität derselben gesagt habe, über mehrere bisher unerklärte Erscheinungen Aufschlufs gebe: namentlich über die Aenderung der Lichtintensität mancher Trabanten des Jupiter und Saturn, über die Erfahrung, dafs bei den veränderlichen Sternen im Allgemeinen die Lichtzunahme schneller als die Lichtabnahme vor sich gehe; ferner darüber, dafs letztere in der Regel im Minimum länger als im Maximum verweilen, dafs bei manchen derselben die gröfste Helligkeit merklich variire, etc. Allein,

wenn auch alle diese Erscheinungen sich aus seiner Theorie herleiten lassen, und selbst, wenn die sehr kurze Lichtperiode mancher der veränderlichen Sterne nicht dagegen spräche: so mufs doch ihre Zulässigkeit in Abrede gestellt werden, weil sie auf dem unrichtigen Satze beruht, dafs die Amplitude der Aetherschwingungen sich mit der Annäherung vergröfsere und mit der Entfernung verkürze.

Die Ideen, welche Hr. Faraday im *Phil. mag.* über die den Strahlungsphänomenen zum Grunde gelegten Vibrationen mittheilt, zielen auf eine rein dynamische Auffassung des Erscheinungsgrundes. Wie die wägbaren Stoffe ohne Annahme materieller Atome, denen gewisse Kräfte beigesellt sind, sich denken liefsen als blofse Aggregate von Ausgangspunkten von Kräften, so lasse sich auch der Aether entbehren, wenn man statt dessen sich blofse Centra für Elasticitätskräfte vorstelle. Die geraden Linien, nach denen die Kräfte wirken, werden von ihm Kraftlinien genannt, und diese Kraftlinien gewissermafsen als der Sitz der Vibrations- und Strahlungs-Phänomene betrachtet. Die seitlichen Vibrationen werden nämlich dargestellt als Ablenkungen oder Störungen (*disturbances*), welche die Resultanten von Körpern (d. h. von Kraftmittelpunkten) erfahren, die gegenseitig auf einander wirken, also durch Kraftlinien mit einander verbunden sind, indem der eine oder der andere Körper sich nach rechts oder links bewegt, oder indem ihre Kräfte für einen Moment eine Aenderung erleiden. Die Strahlung wird andrerseits als eine höhere Species von Vibrationen der Kraftlinien aufgefafst. Die Aenderung des einen Endes einer Kraftlinie habe eine Lagen-Aenderung des anderen Endes zur Folge. Da die Fortpflanzung der Vibrationen aber erfahrungsgemäfs Zeit erfordere, so sei anzunehmen, dafs eine gewisse Zeit nöthig sei, damit die Verrückung des einen Endes einer Kraftlinie eine entsprechende Verrückung am andern Ende hervorbringe. An die Stelle der Vorstellung, dafs der Aether alle Körper durchdringe und alle Räume erfülle, trete die Vorstellung, dafs die Kräfte der Atom-Centra alle Körper, und ebenso alle Räume durchdringen. Statt

anzunehmen, dafs der Aether im leeren Raum aus successiven Theilchen oder Kraftmittelpunkten bestehe, habe man blofse Kraftlinien als vorhanden zu denken; und statt zwischen den Theilchen wägbarer Materie sich Aether vorzustellen, sei anzunehmen, dafs die Vibrationen sich fortpflanzen durch die Kraftlinien zwischen den wägbaren Atom-Mittelpunkten.

Gegen diese Anschauungsweise hat sich Hr. Airy erklärt, indem er 1) ausführt, dafs die Fortpflanzung der Vibrationen an Kraftlinien sich namentlich mit der Diffraction und Brechung des Lichts nicht vertrage, zeigend, dafs diese Erscheinungen zur Annahme wahrer Wellen zwängen, wofern man überhaupt dieselben auf Vibration zurückführen wolle, und 2) dafs der Substitution von Kraftmittelpunkten für die Materie die Trägheit entgegenstehe.

Hr. Airy stellt in dem Aufsatze über die für das Licht anzuwendenden Formeln, wenn es sich unter der Einwirkung des Magnetismus befindet, solche Formeln auf, welche die eigenthümliche durch elektrische Ströme erzeugte circulare Polarisation des Lichts darzustellen geeignet sind, ohne damit eine Erklärung der Erscheinung geben zu wollen, vielmehr es weiteren theoretischen Untersuchungen überlassend, jene Formeln aus den Principien der Wellentheorie zu begründen.

Die Formeln sind ganz analog den von Mac Cullagh zu gleichem Zwecke aufgestellten Gleichungen für das durch Quarz circular polarisirte Licht, welche letzteren der Vergleichung halber mit in dem Aufsatze aufgenommen worden sind.

Zuerst leitet Hr. Airy auf die analytischen Bedingungen, welche die zu erzielenden Gleichungen zu erfüllen haben, und zwar wie folgt.

Es werde x_1 gemessen in der Richtung, in welcher das Licht durch das circularpolarisirende Medium bei einem bestimmten Versuche geht; x_2 werde gemessen in der entgegengesetzten Richtung, entsprechend einem zweiten Versuche, bei welchem unter unveränderter Stromrichtung das Licht von der entgegen-

gesetzten Seite kommt. Ferner mögen x_1 und x_2 horizontal gedacht werden; ebenso y_1 und y_2, welche nach rechtshin in Beziehung auf die Richtung des Strahls zu messen seien, und zwar gehören y_1 zum ersten, y_2 zum zweiten Versuche. Endlich sei z in beiden Fällen vertikal. Wird nun nach FRESNEL's Beispiel der linear polarisirte Strahl durch zwei kreisförmig polarisirte Strahlen von ungleicher Fortpflanzungsgeschwindigkeit erzeugt gedacht, und nennt man den Strahl, in welchem die ursprünglich in gerader Linie liegenden Theilchen durch die kreisförmige Polarisation in rechtsgewundene Spirallinien zu liegen kommen, den Strahl (I), den andern den Strahl (II): so hat man beim ersten Versuche für den Strahl (I)

$$Y_1' = a \cos \frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x_1}{v_1'}\right), \quad Z_1' = a \sin \frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x_1}{v_1'}\right),$$

und für den Strahl (II)

$$Y_1'' = b \cos \frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x_1}{v_1''}\right), \quad Z_1'' = -b \sin \frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x_1}{v_1''}\right),$$

wo Y_1', Y_1'' und Z_1', Z_1'' die Verschiebungen in den Richtungen von y_1 und z, so wie v_1' und v_1'' die entsprechenden Fortpflanzungsgeschwindigkeiten bedeuten, während τ die Schwingungsperiode vorstellt.

Beim zweiten Versuche dagegen hat man für den Strahl (I)

$$Y_2' = a \cos \frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x_2}{v_2'}\right), \quad Z_2' = a \sin \frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x_2}{v_2'}\right),$$

und für den Strahl (II)

$$Y_2'' = b \cos \frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x_2}{v_2''}\right), \quad Z_2'' = -b \sin \frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x_2}{v_2''}\right).$$

Bei den von Natur kreisförmig polarisirenden Mitteln dreht sich die Polarisationsebene nach derselben Richtung, mag das Licht von der einen oder der entgegengesetzten Seite kommen, und es mufs daher dann, wenn man für dieselben Fälle dieselben Ausdrücke gebraucht, für $v_1' > v_1''$, auch $v_2' > v_2''$, und für $v_1' < v_1''$ auch $v_2' < v_2''$ sein; bei Mitteln aber, die durch Magnetismus kreisförmig polarisiren, dreht sich die Polarisationsebene beim zweiten Versuche entgegengesetzt wie beim ersten, und es mufs daher für $v_1' > v_1''$, $v_2' < v_2''$, und ebenso für $v_1' < v_1''$, $v_2' > v_2''$ werden.

Die für die gewöhnlichen Fälle der Wellenbewegung gültigen Gleichungen

$$\frac{d^2y}{dt^2} = A\frac{d^2y}{dx^2}, \quad \frac{d^2z}{dt^2} = A\frac{d^2z}{dx^2}$$

hat nun Mac Cullagh, um sie dem Vorgange beim Quarz anzupassen, wo die Strahlen (I) und (II) verschiedene Fortpflanzungsgeschwindigkeit haben, um ein Glied vermehrt, indem er die Voraussetzung machte, es sei

$$1) \quad \frac{d^2y}{dt^2} = A\frac{d^2y}{dx^2} + B\frac{d^3z}{dx^3}, \qquad \frac{d^2z}{dt^2} = A\frac{d^2z}{dx^2} - B\frac{d^3y}{dx^3}.$$

Diese Gleichungen genügen in der That der oben angedeuteten Anforderung. Denn nimmt man, um die verschiedenen Ausdrücke auf einerlei Coordinaten zu beziehen, $x_1 = x_1$, $x_2 = -x$; $y_1 = y$, $y_2 = -y$, und setzt man für die Strahlenrichtung des ersten Versuchs $Y_1' = Y'$, $Y_1'' = Y''$; $Z_1' = Z'$, $Z_1'' = Z''$, und für die des zweiten Versuchs $Y_2' = -Y'$, $Y_2'' = -Y''$; $Z_2' = Z'$, $Z_2'' = Z''$: so findet man, bei der dem ersten Versuche entsprechenden Lichtrichtung für den Strahl (I) aus den Gleichungen (1) durch Substitution von

$$(2) \quad Y' = a\cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x}{v_1'}\right), \qquad Z' = a\sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x}{v_1'}\right),$$

Gleichungen, welche durch

$$(v_1')^2 = \frac{A}{l + B\frac{2\pi}{\tau}\left(\frac{1}{v_1'}\right)^3}$$

befriedigt werden; und für den Strahl (II) durch Substitution von

$$(3) \quad Y'' = b\cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x}{v_1''}\right), \; Z'' = -b\sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x}{v_1''}\right),$$

Gleichungen, denen man durch

$$(v_1'')^2 = \frac{A}{1 - B\frac{2\pi}{\tau}\left(\frac{1}{v_1''}\right)^3}$$

genügt, so dafs $v_1' < v_1''$ hervorgeht.

Bezüglich des Falles, wo das Licht von der entgegengesetzten Richtung kommt, findet man für den Strahl (I) aus den Gleichungen (1) durch Substitution von

$$(4)\quad Y' = -a\cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t-\frac{x}{v_2'}\right),\qquad Z' = a\sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t-\frac{x}{v_2'}\right),$$

Gleichungen, welche durch

$$(v_2')^2 = \frac{A}{1+B\frac{2\pi}{\tau}\left(\frac{1}{v_1''}\right)^3}$$

erfüllt werden; und für den Strahl (II) durch Substitution von

$$(5)\quad Y'' = -b\cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t+\frac{x}{v_2''}\right),\quad Z'' = -b\sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t+\frac{x}{v_2'}\right),$$

Gleichungen, denen

$$(v_2'')^2 = \frac{A}{1-B\frac{2\pi}{\tau}\left(\frac{1}{v_1''}\right)^3}$$

entspricht, so dafs in der That $v_2' < v_2''$ resultirt.

Für das durch Magnetismus kreisförmig polarisirte Licht hat Hr. Airy dagegen die Gleichungen

$$(6)\quad \frac{d^2Y}{dt^2} = A\frac{d^2Y}{dx^2}+C\frac{dZ}{dt},\quad \frac{d^2Z}{dt^2} = A\frac{d^2Z}{dx^2}-C\frac{dY}{dt}$$

angenommen, welche für den ersten Versuch durch successive Substitution der Werthe (2) und (3) auf Gleichungen führen, die resp. durch

$$v_1'^2 = \frac{A}{1+\frac{\tau}{2\pi}C}\quad\text{und}\quad v_{,,}'^2 = \frac{A}{1-\frac{\tau}{2\pi}C}$$

erfüllt werden. Betreffend den zweiten Versuch, kommt man, indem man nach einander die Werthe (4) und (5) substituirt, auf Gleichungen, die resp. durch

$$(v_2')^2 = \frac{A}{1-\frac{\tau}{2\pi}C}\quad\text{und}\quad (v_2'')^2 = \frac{A}{1+\frac{\tau}{2\pi}C}$$

befriedigt werden; so dafs in der That $v_1' < v_{,,}'$ und $v_2' > v_2''$ wird.

Auf denselben Schlufs würde man kommen, wenn man in (6) für $\frac{dZ}{dt}$ und $\frac{dY}{dt}$ irgend andere Differenzial-Coëfficienten (wie z. B. $\frac{d^3 Z}{dt^3}$, $\frac{d^3 Z}{dx^2 dt}$ etc.) genommen hätte, die in Bezug auf t von ungerader Ordnung sind. Welche Wahl dabei zu treffen sei, fügt Hr. Airy hinzu, würde durch die Details der Erscheinung, namentlich durch das Verhalten der Drehung der Polarisations-Ebene für verschiedene Farben zu bestimmen sein.

Prof. Dr. F. W. G. Radicke.

Zusätze und Verbesserungen.

S. xxxiii Z. 5 v. u. l. Cundell st. Candell.
- 29 Z. 17 v. u. ist bei Is. Pierre hinzuzufügen: Ann. de ch. et de ph. XX. 5*.
- 29 — Vidal — Quesnev. rev. sc. XXVIII. 133*.
- 29 — Alexander — Polyt. Notzbl. 1847 p. 33*.
- 29 Z. 14 v. u. l. svovlsyrens st. sovolsyrens.
- 54 ist bei Stokes hinzuzufügen: Sillim. J. 1847. Vol. III.
- 95 — Wertheim — Quesnev. rev. sc. XXVIII. 139*.
- 96 Z. 10 v. ob. l. Kathetometer st. Kathethometer.
- 102 ist bei Bineau hinzuzufügen: Erdm. u. March. XL. 34*.
- 112 — Desains — Pogg. Ann. LXX; Sillim. J. 1847. III. 423.
- 118 — Plantamour — Quesn. rev. sc. XXVIII. 219*.
- — — Godfray — Berl. Gewbl. XXIII. 27*.
- 176 — Brockelsby — Encycl. Zeitsch. d. Gew. wes. 1847. p. 73*.
- 228 — Cahours — Ann. d. ch. et d. ph. XIX. 342*.
- 229 — E. Becquerel — Lond. J. XXX. 37*.
- — — Belfield Lefèvre et Léon. Foucault hinzuzufügen: Lond. J. XXX. 36*; Polyt. Notzbl. 1847 p. 78*; Berl. Gewbl. XXIII. 246*; Erdm. u. March. XL. 233*.
- — — Bingham hinzuzufügen: Polyt. Notzbl. 1847 p. 10*; Encyc. Zeitsch. d. Gew. wes. 1847 p. 281*.
- — — Cundell — Polyt. Notzbl. 1847 p. 95*; Berl. Gewbl. XXIII. 33*.
- 278 im Columnentitel l. Leedom st. Leedorn.
- 322 ist bei Munck af Rosenschöld hinzuzufügen: Kongl. Vet. Ak. Handl. 1845 p. 361; Öfvers af vetensk. ak. förh. III. 55.
- 391 Z. 11 v. u. l. Martens st. Mortens.
- 396 ist bei Moor hinzuzufügen: Berl. Gewbl. XXII. 268*.
- 409 — Williamson — Quesn. rev. sc. XXX. 161*.
- — Z. 9 v. ob. bei Becquerel — Erdm. u. March. XL. 449*.
- 421 - 8 v. u. — Böttger — Enc. Zeitsch. d. Gew. wes. 1847, p. 75*.
- 437 ist bei d'Hombres - Firmas — Quesn. rev. sc. XXVIII. 136*.

Zu der Berichtigung im ersten Jahrgange p. 610 u. f.

Nach der Aufklärung, welche uns Hr. Abbé Moigno gegeben hat, haben wir die Pflicht, die gegen ihn an der oben angeführten Stelle erhobene Beschuldigung zurückzunehmen. Die Sache verhält sich folgendermaafsen: Herr Abbé Moigno, welcher bei der Redaktion des damals erscheinenden Journals l'Époque betheiligt war, liefs den Bericht über die Verhandlungen der physik. Ges. in 4 Nummern dieses Blattes einrücken (l'Époque 1846, No. 308, 309, 313, 320), wobei durch ein Versehen der technischen Direktion die ganze im vorigen Berichte p. 611 angeführten Stelle „über das Verfahren der Geschwindigkeitsmessung bei der Preufs. Artillerie" unter die politischen Nachrichten gerathen ist. Die kurze Notiz von Dr. Brücke hingegen hat Herr Abbé Moigno fortgelassen, weil sie ihm rein medicinischen Inhalts erschien. Was ferner die gerügte Corrumpirung der Namen betrifft, so ist auch diese Beschuldigung rücksichtlich des Abdrucks in der Époque zurückzunehmen. Wenn wir also Herrn Abbé Moigno in der erwähnten Berichtigung zu nahe traten, so suchen wir diesen Fehler zu verbessern.

Dagegen würde sich unsere Anklage nun ganz gegen den Dr. Quesneville richten, unter dessen Redaktion der unvollständige und ungenügende Abdruck unsrer Verhandlungen in der Revue scientifique aufgenommen worden ist.

Namen-Register.

A.

B.

C.

F.

G.

H.

Q.

R.

Gedruckt bei G. Reimer.

